

*image
not
available*

Library

Class

771

Book

University of Chicago Library

GIVEN BY

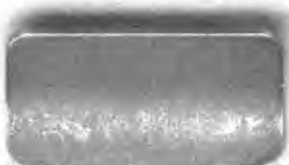
Beside the main topic this Book also treats of

Subject No.

On page

Subject No.

On page



ANNALEN
DER
PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIEDER DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM,
DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA,
MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER
WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

SECHS UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1807.

Qc1

A56

Cap. 2

[1st. Ser.] V. 26

35312.

I N H A L T.

Jahrgang 1807, Band 2,
oder

Sechs u. zwanzigster Band. — Erstes Stück.

I. Beiträge über electrisch-geographische Polarität, permanente electrische Ladung, und magnetisch-chemische Wirkungen, vom Prof. Erman, Mitgliede der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin Seite 1

a. Von der geographischen Polarität der Electricität 4

Das Polarlicht 5; Möglichkeit direkter Beweise 12; Versuche der erwanigen tellurischen Polarität des Electricismus nachzufpüren 14 mit dem Turmalin 15, dem Electrometer 18, einem electrischen Verforium 19, durch galvanische Electricität 20; des Herrn Akad. Ritter Behauptungen von einer sogenannten galvanischen Magnetnadel 21; prüfende Versuche damit 23; Aufklärung einer Sage von der Bouffole des Chinesen 33

(Die Fortsetzung im folgenden Hefte.)

II. Ergänzungen zu dem im vorigen Hefte der Annalen befindlichen Auszuge aus der Abhand-

lung der Herren Biot und Arago über die Verwandtschaft der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der Gasarten, von Gilbert.

Einige Notizen	Seite 38
1. Messung des Brechungswinkels des Prisma	43
2. Formeln, um das Brechungsvermögen der luftförmigen Flüssigkeiten aus den Beobachtungen durch das Prisma zu finden	52
Dreifaches Prisma 52; letzter Brechungswinkel 57; Ablenkung 64; Brechungsvermögen 67; Berechnung desselben, unabhängig von der Correction wegen des Nicht-Parallelismus	73
3. Beobachtungen der Ablenkung des Lichts durch das Prisma, und Berechnungen derselben	79
Atmosphärische Luft 80 von verschiedener Dichtigkeit 84; feuchte Luft 87; Gasarten 90; Resultate	94
4. Optisch-chemische Folgerungen	95
Atmosphärische Luft 100; Ammoniakgas 102; Wasser 104; Wasserdampf nach Herrn Laplace's Bestimmung des specifischen Gewichts desselben 105; [nach einer von Gilbert, 107;] kohlenstoffhaltende Körper	108
III. Nachtrag zu den Untersuchungen über die Schwefel-Metalle, vom Professor Proust in Madrid	115
Schwefel-Zink, oder Blende.	

Zweites Stück.

I. Beiträge über electricisch-geographische Polarität, permanente electriche Ladung, und magnetisch-chemische Wirkungen, vom Prof. Erman, Mitgliede der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin (Beschluss)	121
--	-----

II. Von der permanenten electricischen Ladung	Seite 121
III. Von den chemischen Wirkungen des Magnetismus	139
II. Fortgesetzte Bemerkungen über die Adhäsion tropfbarer Körper, von H. F. Link, Prof. zu Rostock	146
III. Von der Messung der Höhen, vermittelt des Barometers, von Herrn De La Place, Kanzler des Senats, Großofficier der Ehrenlegion und Mitglieder des National-Inst., mit Erläuterungen von Gilbert	154
IV. Wägung der Gasarten, des Quecksilbers und des Wassers; und Bestimmung des Coefficienten für Höhemessungen durch das Barometer, von den Herren Biot und Arago, mit Bemerkungen von Gilbert	162
(Zwei Druckfehler in den Formeln auf S. 188 sind am Ende des folg. Aufsatzes verbessert.)	
V. Noch einige Bemerkungen über das Messen der Höhen mit dem Barometer, und über <u>die Formel des Herrn De La Place, von Gilbert</u>	194
<u>Biot's Tafel für Höhemessungen mit dem Barometer: Höhen über Paris in Mètres für mittlere Temperaturen nach dem Centesimal-Thermometer</u>	219
VI. <u>Vervollkommnung der Orgel oder das Panharmonicon</u>	214
VII. <u>Schreiben des Hrn. Prof. Placidius Heinrich im Fürstprimat. Stifte St. Emmeran in Regensburg, an den Herausgeber</u>	219
VIII. Erwiderung auf des Herrn Dr. Mollweide Bemerkungen, vom Commissions-	

-fath Buffé, (Fortsetzung von Annalen 1807,
St. 2, No. VII.) Seite 231

IX. Aus einem Briefe des Herrn Professors Ma-
réchaux in München 237

X. Zeitungsnachricht von einem 160 Pfund schwe-
ren Meteorsteine, der am 27sten Junius 1807
in Russland im Gouvernement von Smolensk
herab gefallen ist 239

XI. Anzeige, diese Annalen der Physik betref-
fend, von Gilbert 240

Drittes Stück.

I. Physikalische Betrachtungen über die Kunst des
Rasirens und über die Rasirmesser, von Will.
Nicholson 241

Einige Zusätze aus Briefen an Nicholson 243

Noch einige Bemerkungen über Rasirmesser und andere
schneidende Werkzeuge aus Stahl 252

II. Erklärung der magnetischen Erscheinungen am
Harzer Granite, vom Dr. Joh. Ludw. Jor-
dan in Clausthal 256

III. Einige nicht allgemein bekannte Eigenschaften
des blau angelaufenen Stahls, von Nicholson 272

IV. Beschreibung und Gebrauch eines Instruments,
womit sich die tägliche Variation und die De-
clination der Magnethadel mit grosser Genauig-
keit messen lassen, von Prony, Mitgließe des
National-Instituts 275

V. Einige aus Versuchen über die Wärme abgezo-
gene unmafsgebliche Gedanken, von Wüñsch,
Prof. zu Frankfurt an der Oder 289

VI. Ueber das Entschwefeln der Metalle, von Gue- niveau, Ingénieur des Mines. Frei bearbei- tet von Gilbert	Seite 338
VII. Ueber die wahre Höhe eines von Schröter in Lilienthal beobachteten Mondgebirges, vom Dr. Brandes in Eckwarden	355
VIII. Zeitungsnachricht von einer neu entstandenen Infel	360
IX. Ein Mittel für Weitlichtige, des Gebrauchs der Brillen überhoben zu werden, von Egerton Smith in Liverpool	361
X. Preisertheilung des kaiserl. Admiralitäts-Depar- tements in St. Petersburg	364
XI. Preisertheilung der fürstl. Jablonowsky'schen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig	366
XII. Preisertheilung bei der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen	367
XIII. Anzeigen, die Richter'schen Alkoholometer und Aräometer betreffend	368

Viertes Stück.

I. Einige kritische Aufsätze über die in München wieder erneuerten Versuche mit Schwefel- kies-Pendeln, Wünschelruthen, u. d. m.	370
Vier Stellen aus ältern Schriften und eine aus einer neuern Schrift, als Einleitung	370
1. Erklärung über die Münchner Versuche mit Schwe- felkies-Pendeln und Wünschelruthen, vom Pro- fessor Gilbert	381
2. Erster Bericht von den Münchner Versuchen; aus dem Morgenblatte den 30ten Jan. 1807	400
Mit Bemerkungen von Gilbert	407

Zusatz, einige von den Herren Winterl u. Buchholz angestellte Versuche mit dem Schwefelkies-Pen- del betreffend	Seite 424
<u>3. Zweiter Bericht. Nachricht des Herrn Akademicus, Ritter von den Versuchen mit seinem so ge- nannten Balancier, im Auszuge aus einem Schrei- ben desselben an den Professor Weiss vom 18ten April</u>	429
<u>Mit einigen Bemerkungen vom Prof. Gilbert</u>	439
II. Die Gesellschaft von Arcueil, geschrieben von Berthollet	450
<u>III. Untersuchungen über die Luft, welche in der Schwimmbläse der Fische enthalten ist, von Biot, Mitglieder des National-Instituts</u>	454
<u>IV. Eine Notiz, zwei von Herrn Gay - Lussac entdeckte physikalisch - chemische Gesetze betreffend</u>	478
<u>V. Eine Berichtigung, die Haarröhrchen betref- fend, von C. A. von Arnim</u>	479
<u>VI. Noch eine Berichtigung</u>	480

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, FÜNFTES STÜCK.

I.

BEITRÄGE

über

*electrisch-geographische Polarität,
permanente electrische Ladung,
und magnetisch-chemische Wirkungen,*

vom

Prof. E R M A N,

Mitgliede d. kön. Akad. der Wiss. zu Berlin.

Je näher zwei Arten von Erscheinungen einander verwandt sind, desto mehr Interesse hat es für die Vernunft, wesentliche Merkmahle der Unterscheidung an ihnen aufzufinden, und umgekehrt ist es, je weiter sie von einander abstehn, desto wichtiger für die Naturkunde, gemeinschaftliche Berührungspunkte an ihnen zu entdecken; denn nur durch Vergleichung und Unterscheidung gelangen wir zur Erkenntniß. Dieses gilt insbesondere von den beiden polarisirenden Imponderabilien: *Electricität* und *Magnetismus*. Es möchte sich nicht leicht aus-

Annal. d. Physik. B. 26, St. 1. J. 1807. St. 5.

A

machen lassen, was verdienstlicher und schwieriger
 seyn würde: einen durchaus neuen Unterscheidungs-
 charakter, oder einen ganz neuen Vereinigungspunkt
 dieser beiden Klassen von Phänomenen, mit wesentli-
 cher Bestimmtheit anzugeben; so zahlreich und aus-
 gezeichnet scheinen die Momente der Annäherung
 und die der Abweichung beider Kraftäusserungen zu
 seyn. Schon der Streit, der über dieses Problem ent-
 standen ist, beweist dieses. Man ging dabei von
 einerlei Thatfache aus, und doch kam man auf
 ganz entgegen gesetzte Resultate. Die Art, wie
 man diesen Streit geführt hat, scheint indess zu be-
 weisen, daß dabei eine nicht geringe Verwechse-
 lung der Begriffe im Spiele war. Die Frage galt ei-
 gentlich nur eine Vergleichung der magnetischen
 Erscheinungen und ihrer Gesetze, mit den electri-
 schen Phänomenen und deren Gesetzen. Das Re-
 sultat dieser Vergleichung konnte nun allerdings,
 und mußte sogar, wesentliche Verschiedenheiten
 mehrerer Arten, neben vielen Aehnlichkeiten zu-
 sammen aufstellen, und man hätte sich weiter fort-
 helfen müssen, um, wo möglich, durch tieferes
 Eindringen in den eigenthümlichen Charakter die-
 ser Verschiedenheiten, zu einer höhern Klasse von
 Gesetzen sich mit Bestimmtheit zu erheben. Dieser
 begränzte Gesichtspunkt scheint aber keiner von
 beiden Parteien genügt zu haben. Mehr oder we-
 niger legen beide unvermerkt dem Probleme einen
 ganz verschiedenen Sinn unter. *Ist Magnetismus*
Electricität oder ist er es nicht? diese Frage kommt

endlich bei allen heraus, und über sie wird das Endurtheil gefällt. Dann ist es aber kein Wunder, daß jede der beiden Auflösungen unbefriedigend bleibt, da die eine, alle Aehnlichkeiten übersehend, eine Heterogenität auslegt, die wir ohne dies und selbst *in Thesi* bereits kannten; und die andere, von allem Unterschiede abstrahirend, eine Identität bejaht, die wir, (ebenfalls in *Thesi*,) nicht unbedingt annehmen können. Je mehr wir bei künftiger Erörterung der Frage diese Verwechslung des Gesichtspunkts vermeiden werden, um uns lediglich an eine gründliche Vergleichung der wesentlichen Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten beider Klassen von Phänomenen zu halten, auf eine desto befriedigendere Ausbeute dürfen wir hoffen.

Die Erscheinungen der Volta'schen Säule haben neuerdings einige *vielleicht* wesentliche, und sehr viele scheinbare Annäherungspunkte der Electricität mit dem Magnetismus dargeboten. Kein Wunder also, wenn das bei weitem noch nicht gelöste Problem jetzt von mehreren einer neuen Prüfung unterworfen wird. Die hierher gehörigen Untersuchungen einiger Forscher haben vorzüglich drei sehr wichtige Punkte betroffen, denen folgende drei praktische aufzulösende Probleme entsprechen.

I. Magnetismus hat *geographische*, oder, wie andere ohne Wahrscheinlichkeit muthmaßen, sogar *kosmische Beziehungen*: Sollte sich nichts ähnliches am Electricismus wahrnehmen lassen?

II. Magnetisation erzeugt *bleibende Polarität, perennirende Ladung*: Sollte Electrification so völlig verschwinden, wie wir glauben? Sollte eine augenblickliche Berührung mit dem unendlich grossen Leiter in der That hinreichen, jede Spur von Ladung zu vertilgen?

III. Durch electriche Kraft werden mannigfaltige *chemische Prozesse* eingeleitet. Sollte die magnetische Kraft durchaus ohne Einfluß auf chemische Verwandtschaft seyn?

Von dem Neuesten, was zur Auflösung dieser Probleme gethan worden ist, will ich nur einige Momente berühren, und zwar nur, um mit Redlichkeit zu sagen, wie ich es bis jetzt gefunden habe. Wenn mehrere mit derselben Gewissenhaftigkeit das Resultat ähnlicher, an sich nicht schwieriger Untersuchungen darbringen, so wird sich sehr bald daraus ergeben, wie es an und für sich ist.

I. *Von der geographischen Polarität der Electricität.*

1. Die vorläufigen indirecten Gründe, aus welchen einige vermuthen wollen, daß die Electricität sich auf Kardinalpunkte der Erdkugel beziehe, geben nur sehr wenig Wahrscheinlichkeit. Wegen der übrigen Analogieen, welche die Electricität mit dem Magnetismus hat, diese Beziehung als ein Postulat aufstellen zu wollen, würde ein gar ärger Trugschluß seyn, bei dem man sich offenbar im Kreise drehete. Die Vergleichung der Erde mit dem

Tarmlin ist für jetzt nur spielend, und würde höchstens als eine Erklärungs-Hypothese für die tellurische Polarität der Electricität, wenn diese factisch erwiesen wäre, anzusehen seyn. Und selbst dann würde es mit dieser Hypothese sehr misslich aussehen, da die Erwärmung der Erde durch das Sonnenlicht viel zu oberflächlich ist, als daß durch die Verschiedenheit in derselben ein Wechsel der Temperatur hervor gebracht werden könnte, der für den Erdkörper, als ein einziger Kry stall betrachtet, von irgend einem Belange wäre: wie denn auch alle Beobachtungen auf eine constante Temperatur der Erdmasse führen.

2. Etwas mehr Annäherung zu einem directen Beweise finden wir in den *electricischen Wirkungen des Polarlichts*. Diese würden uns gewisser Maßen die Circumpolar - Regionen als Kardinalpunkte auch in Beziehung auf Electricität geben; nur fehlt es noch diesen Beobachtungen durchaus an Bestimmtheit. Man scheint überhaupt nicht genug auf das Widersprechende der electrometrischen Beobachtungen des Nordlichts, wie wir sie bis jetzt besitzen, zu achten, und ist zu sehr geneigt, die Sache als factisch ausgemacht zu betrachten, da sie es doch bei weitem nicht ist. Widenburg *) beobachtete im Jahre 1769 — 1770 acht Nordlichter, und fand während dreier derselben starke Luftelectricität,

*) *Beobachtungen und Muthmassungen über die Nord-scheine*, S. 38. E.

bei zweien äusserst schwache, und bei den übrigen durchaus gar keine. Er sagt ferner, im Decembermonat desselben Jahrs beinahe alle Nächte Nordlichter gesehen zu haben, von denen kein einziges auch nur eine schwache Spur von Electricität gegeben habe. Canton *) behauptet, (sonderbar genug!) des Nachts die Luft nie electrisch gefunden zu haben, ausgenommen, wenn ein Nordlicht vorher gegangen sey, und selbst alsdann seyen die Spuren nur sehr schwach gewesen. Ronayne **) hingegen fand bei sehr häufigen Beobachtungen nie Spuren von Electricität während des Nordlichts, ausgenommen, wenn zufällig eben zu derselben Zeit ein Nebel sich erhob. Bergman ***) hat, nie atmosphärische Electricität wahrgenommen während der stärksten Nordlichter in Upsala, die auf die Magnetnadel einen ganz ausgezeichneten Einfluss hatten. Aber er gesteht zugleich, dass er überhaupt *nie und zu keiner Zeit* daselbst Spuren von atmosphärischer Electricität wahrgenommen habe, selbst nicht durch das Auffliegen des Drachens!! Pictet ****) errichtete zu Umba in Lappland eine, wie er behauptet, vollkommen isolirte 20füssige eiserne Stange auf einem Felsen, fand aber bei acht Nordlichtern, wovon eins sehr ausgezeichnet war, nie die mindeste Spur

*) *Philos. Transact.*, Vol. XLIV, 784. E.

**) *Eben das.*, LXII, p. 139. E.

***) *Eben das.*, Vol. LII, p. 385. E.

****) *Nov. Comm. Petrop.*, Tom. XIV, P. II, p. 88. E.

von Electricität. Van Swinden, *) (der Bruder des berühmten Naturforschers,) fand bei mehreren Nordlichtern, die er beobachtete, nur so zweideutige Spuren von Divergenz, daß er selbst an ihrer Wirklichkeit zweifelt. Der Fürst Gallizin **) bemerkte keinen Einfluß des Nordlichts auf die electrischen Divergenzen, die der aufsteigende Drache gab. Und endlich fand Volta ***) im Jahre 1780, selbst mit Hülfe des Condensators, nur einen sehr geringen Unterschied in der Intensität des erhaltenen Funkens, während eines starken Nordlichtes.

Das Resultat von allem dem ist eigentlich wohl dieses: Electrometrie existirt noch gar nicht, da es uns an festen Punkten fehlt, eine vergleichbare Scale zu construiren, und selbst die Werkzeuge der Electroscopie haben nur seit ungefähr zwanzig Jahren einen leidlichen Grad von Feinheit und Bestimmtheit erhalten. Gerade seit dieser Periode ist aber in unsern Gegenden das Polarlicht von ausgezeichnete Seltenheit geworden. Mir ist wenigstens keine neuere Beobachtung desselben bekannt, bei der Grad und Art der während des Phänomens erregten Electrification und der ganze Verlauf des Processes sich mit Zuverlässigkeit bestimmt

*) *Recueil de Mémoires par van Swinden*, Tom. III, p. 204. E.

**) *Mém. de l'academ. de Bruxelles*, Tom. III, p. 10. E.

***) *Philos. Transact.*, Vol. LXXII, p. 15. E.

fände. Wenn das Polarlicht einft wieder die Periode feiner Frequenz erreicht, wird es uns in Bezug auf feine electriche Modification, beffer vorbereitet und ausgerüftet finden, als man es vorher war; und diefe Epoche wird Entfcheidung bringen. Bis dahin müffen wir uns mit den analogifchen Schlüffen begnügen, die man von der Aehnlichkeit des Polarfcheins mit dem in verdünnter atmosphäriſcher Luft ſich verbreitenden electriche Lichte hernimmt, und geſtehen, daſs dieſe Aehnlichkeit wohl groſs, aber bei weitem nicht untrüglich iſt. Daſs übrigens in den ältern Beobachtungen, die wir haben, noch auſserdem häufige Verwechſelungen des eigentlichen Polarlichts mit andern Meteoren herrſchen, die wohl nur Modificationen des Gewitters waren, leidet kaum einen Zweifel. Dahin iſt vermuthlich das von Gmelin beſchriebene feyn ſollende Polarlicht des nördlichen Sibiriens zu rechnen, wo die Lichterſcheinungen mit rollenden Exploſionen begleitet waren, welche das Krachen eines groſſen Feuerwerks nachahmten; denn Bergman widerſpricht nach vieljährigen Beobachtungen in beträchtlicher nördlicher Breite, allen Ausſagen von einem das Polarlicht begleitenden Geräuſche, und erklärt ſie geradezu für Täuſchungen.

Doch ſelbſt in der Vorausſetzung, daſs es ein Polarlicht gebe, welches einen beſtimmten Einfluſs auf das meteorologiſche Electrometer hat, wäre dadurch eine eigenthümliche und urſprüngliche Beziehung der Electricität auf die Polarregion noch

nicht hinlänglich erwiesen. Denn es könnte die Richtung des electricischen Polarscheins nach Norden und nach Süden durch außerwesentliche Umstände bedingt seyn, und in dieser Hinsicht als bloß abgeleitete Wirkung nicht hinreichen, eine tellurische Polarität des Electricismus zu beweisen. Folgende hypothetische Skizze diene hier bloß, meine Meinung zu erklären; ob sie einen größern innern Gehalt haben mag, will ich für jetzt dahin gestellt seyn lassen.

Es scheint mir theoretisch und factisch *) ausgemacht, daß in jedem Körper, der isolirt von der Fläche des Bodens bis zu einer beträchtlichen Höhe gehoben wird, bloß durch diese Entrückung aus dem Wirkungskreise der unendlich großen Erdmasse, eine beträchtliche electricische Spannung entsteht, weil die Electricität, die in der niedrigen Station durch Einwirkung der nahen Erdmasse in ihm gebunden war, in der höhern Station sich nothwendig expandirt, und zwar um so mehr, je weiter er aus der bindenden Atmosphäre des Bodens entrückt wird. Folgen wir ferner der Stufenreihe dieser Wirkungen beim gehobenen Electrometer, bei der Rauchsäule die von der Spitze eines Leiters steigt, und endlich bei dem vertikalen Dampfstrom, der vom Krater eines Vulkans herauf ge-

*) Man sehe die feinen und scharfsinnigen Versuche, welche Herr Prof. Erman hierüber zuerst in den *Ann.*, XV, 385, bekannt gemacht hat. G.

schleudert wird, und wo wir schon Blitz und Donner durch diesen Ladungsprozess entstehen sehen; so werden wir ziemlich ungezwungen auf eine Erklärung des (hypothetisch angenommenen *electricischen*) Lichtscheins in den Regionen beider Erdpole geleitet, die ohne Mairan's Zodiakallicht, ohne Muschenbroek's Abbrennung entzündbarer Dämpfe, und ohne Kirwan's Wasserstoffgas, in sich selbst ihren Bestand hat. Das Spiel der Temperaturen leitet in einem fort eine Strömung in der Atmosphäre ein. Von beiden Polen gleitet die Luft, durch ihre Eigenschwere getrieben, gegen die Tropen hin, längs der Erdoberfläche, und in Berührung mit derselben, und zeigt sich hier als der dem Meteorologen und Seefahrer bekannte Polarwind. Hat der kalte Luftstrom den heißen Erdgürtel erreicht, so expandirt er sich, und steigt zu einer Höhe, die sehr beträchtlich seyn muss, da wir selbst am Zuge der Wolken keine Spur einer Zurückströmung nach den Polen wahrnehmen, wohin nach hydrostatischen Gesetzen die erwärmte Luft abfließen muss, um dann den Kreislauf zu ihrer Zeit von neuem zu beginnen. Diese vertikale, von der Erdoberfläche bis zu den höhern Schichten der Atmosphäre hinauf geschnellte Luftsäule erhält dadurch in allen ihren Elementen eine bedeutende electricische Spannung, die, wenn sie nicht früher durch anderweitige Meteore partielle Entladungen erlitten hat, sicher in den höhern Regionen, wo die atmosphärische Luft eine große Verdünnung erreicht, das ex-

pandirte electriche Licht entwickeln muß, wodurch die electriche Phosphorescenz des luftverdünnten Raums, bis an die Gränzen der Atmosphäre verbreitet wird. Die Entstehung eines electriche Polarlichts, die Hauptrichtung desselben und die Abweichungen davon, das muthmaßliche allmähliche Uebergehen in gewitterartige Meteore, wenn die Höhen, wo es Statt findet, minder beträchtlich sind, die Verwandtschaft desselben mit anderweitigen Zuständen der Atmosphäre, welche die Periodicität dieses Polarlichts bedingen, alles dies ergäbe sich ziemlich ungezwungen aus dieser auf Thatfachen gegründeten Hypothese, — deren größter Fehler indess der ist, daß sie die zu erklärende Thatfache, (nämlich den Einfluß des Nordlichts auf electriche Ladung,) als ausgemacht annimmt, und nebenbei, daß ihr Urheber gestehen muß, noch nie ein Nordlicht gesehen zu haben. Doch ich habe ausdrücklich bemerkt, daß ich diese Skizze einer Theorie hier nur erwähne, um zu zeigen, wie eine ursprüngliche tellurische Polarität des Electricismus, doch bei weitem noch nicht erwiesen wäre, wenn auch künftig aus den Beobachtungen sich bestimmt ergeben sollte, daß das Nordlicht mit den Angaben des meteorologischen Electrometers in Zusammenhang stehe.

3. Ich komme nun zu den unmittelbaren Beobachtungen, welche einen *directen* Beweis für die geographische Polarität des Electricismus gewähren könnten.

Dürfen wir uns aber überhaupt wohl Hoffnung machen, durch irgend eine Behandlung der Körper nahe an der Erdoberfläche je ihre Beziehung auf einen geographischen Cardinalpunkt wahrzunehmen, selbst in der Voraussetzung, daß eine solche wirklich vorhanden sey? Diese Frage ist billig zuvor noch zu erwägen.

Der Zweifel gründet sich auf die wechselseitige electriche Einwirkung aller Körper auf einander durch das Spiel der Atmosphären. Da diese Einwirkung durch die Größe der Massen und ihre verhältnißmäßige Nähe bestimmt wird, so kann man allerdings fragen, ob nicht immer die unmittelbar umgehenden Körper, die electriche Ladung durch ihren Einfluß, so überwiegend speciell modificiren werden, daß durchaus keine Spur des Einflusses einer allgemeineren Beziehung auf entferntere Massen oder Kräfte wahrgenommen werden könne. Um diesen Zweifel näher zu erklären und ihn, wie ich glaube, zu heben, denke man sich, der Magnetismus sey nicht bloß an einige wenige Metalle gebunden, sondern auf alle Bestandtheile des Erdkörpers gleichmäßig wirkend, oder, welches gleich viel gilt, man denke sich die Erde mit allem dem, was darin und daran ist, aus Eisen bestehend; würde dann wohl die Magnethadel noch ihre Richtung behalten? Gerade in diesem Falle befindet sich ein electriche Verforium, vorausgesetzt, daß es ein solches mit ursprünglicher electriche Polarität begabtes Verforium wirklich gebe. Es scheint mir

aber ausgemacht zu seyn, daß die Magnetnadel auf der eisernen Erdkugel eben so einspielen würde, wie auf der wirklichen Erde. Die Summe der Anziehungskräfte der gesammten Elemente würde wahrscheinlich nur die absolute Schwere der Nadel vermehren, und alles, was auf den Ueberschuß der magnetischen Ladung und auf Polarität Bezug hat, sich gleich bleiben. Die dynamische Potenz, oder der magnetische Wirbel würde den ganzen Erdball in Beziehung auf den magnetischen Meridian eben so afficiren, wie er jetzt jedes Eisen zum Polarisiren stimmt; und die Summe der Kräfte würde ebenfalls nach Süden und Norden überwiegend bleiben. In der That sehen wir, daß die Magnetnadel sich in einer eisernen Kapsel eben so richtet, wie in jeder andern: und nur deshalb verwirft man dabei dieses Metall, weil im Eisen die magnetische Polarität so langsam mitgetheilt, und nachher eben so langsam zerstört wird, daß der Theil der Kapsel, der zufällig früher durch seine Lage oder anderweitige Einwirkung, (selbst durch die der Nadel,) nördlich geworden wäre, es lange bleiben würde, wenn er nachher in irgend eine andre Lage versetzt würde. Nehmen wir aber eine beständige und unveränderte Lage der Hauptmassen an, so daß die Nadel allein als beweglich gedacht wird, wie in der Hypothese einer Erde aus Eisen, oder bei der Annahme eines mit ursprünglicher Polarität begabten Electricismus, so wird bei der letztern der frei aufgehängte electrische Körper dem Zuge der electrischen Pole folgen,

selbst an der Oberfläche des Bodens, und selbst im Zimmer, dessen Wände durch allgemeine electrische Polarität stets eben so afficirt gedacht werden müssen, wie es die electrische Nadel selbst ist. Das Gefagte gilt sogar von einer hypothetisch angenommenen electrischen Polarität der Massen in einem viel größern Grade, als von der magnetischen Polarität des Eisens; denn gerade der eigenthümliche Charakter aller electrischen Wirkungen besteht in einer überaus großen Expansibilität und ganz instantaner Mittheilung und Vertheilung, wodurch sie sich von allen magnetischen Wirkungen derselben Art am meisten unterscheidet. Es wäre also; trotz des mächtigen electrischen Einflusses des Bodens und der umgebenden Massen, an und für sich doch möglich, geographische Beziehungen der Electricität wahrzunehmen, wenn solche wirklich in der Natur wären.

4. Obgleich einige Physiker nicht ganz abgeneigt waren, eine *Polarität des Electricismus* anzunehmen, so sind mir doch aus ältern Zeiten keine Versuche bekannt, die sie über diesen Gegenstand mit Erfolg angestellt hätten. Der Vorschlag, die Achse des Hauptleiters der Electrifirmaschine nach dem magnetischen Meridiane zu richten, um die größtmögliche Wirkung zu erhalten, ist vermuthlich, wie so manche andere derselben Art, von ihrem mir unbekannten Urheber selbst nie, oder wenigstens nicht lange befolgt worden, da sich selbst in den Actenstücken des Streits über die Analogieen

der Electricität und des Magnetismus kaum eine historische Spur derselben erhalten hat. Ich habe oft dieses Orientiren versucht, aber nie habe ich den mindesten Erfolg davon wahrnehmen können. Dieses beweist indess nichts gegen die tellurische Polarität der Electricität. Denn Ein Mahl ist das Quantitative der erregten Electricität so schwankend und durch so viele Nebendinge bestimmt, daß ein so geringer Zuwachs von Intensität, als durch die Orientirung höchstens entstehen kann, nicht wahrzunehmen seyn würde, so wie ein starker Magnet den in jeder Richtung liegenden Stahlstab beinahe gleich zu afficiren scheint. Zweitens würde in dem Schlusse voraus gesetzt, die Electricität müsse genau die magnetische Polarität haben, oder durchaus gar keine, da doch der Fall denkbar bleibt, daß sie andere Kardinalpunkte zu ihren Polen erhalten hätte; in welchem Falle indess alle Analogie mit dem Nordlichte aufgegeben werden müßte.

5. Ich nehme keinen Anstand, hier die Versuche mitzutheilen, welche ich selbst in der Absicht unternommen habe, der etwanigen tellurischen Polarität des Electricismus nachzuspüren. Das Ausbleiben eines positiven Erfolgs war mir selbst das Wahrscheinlichste; aber eben deshalb betrachtete ich sie als nicht ganz verdienstlose Opfer, welche es sich ziemte der Skepsis zu bringen.

Ich hatte unter mehrern *Turmalinen* oder electrischen Schörln einige ausgewählt, welche beim Erkälten eine so ausgezeichnete Polarität zeigten,

dafs sie das Electrometer über eine Viertelstunde lang zum unaufhörlichen Anschlagen der Blätter brachten. Nachdem ich den besten von allen stark durchbitzt hatte, legte ich ihn auf eine isolirende Unterlage, die auf ganz reinem Quecksilber schwamm, und überliess ihn sich selbst in einem Zimmer, wo durchaus keine anderweitige electrische Erregung Statt gefunden hatte. Obgleich dieser Versuch von mir unzählige Mal mit allen Rücksichten auf jeden äufsern Umstand, der Einflufs haben könnte, wiederholt worden ist, so habe ich doch durchaus nie etwas constantes an der Lage wahrgenommen, in der die Achse dieses vermeintlichen electrischen Magnets zur Ruhe kam. Ich legte oft mehrere kräftig wirkende Turmaline so neben einander auf die Unterlage, dafs ihre mir wohl bekannten electrischen Achsen parallel waren, und die gleichnamigen Pole derselben genau correspondirten; es fand sich aber trotz der so vermehrten Kraft keine Spur von Richtung.

Dieselbe Beobachtung wurde sehr oft im Freien wiederholt; aber selbst da, wo keine über das Niveau des Bodens hervor ragende Masse die Wirkung stören konnte, war durchaus nichts constantes wahrzunehmen. Höchst selten war die Windstille vollkommen genug, um die Beobachtung im Freien ohne Bedeckung einer Glasglocke zu erlauben. Ohne diese Vorsicht setzt man sich überhaupt sehr verfänglichen Täuschungen aus, und ich werde nie den Eindruck vergessen, den eine solche auf
mein

mein Gemüth machte, gerade das erste Mahl, als ich diese Beobachtung im Freien ohne Bedeckung anstellte. Es war am 2ten Januar 1801 des Morgens. Ich hielt die Luft für vollkommen ruhig, und eilte, diesen erwünschten Umstand zu benutzen. Sogleich, und mehrere Mahl hinter einander, fand ich, daß die Achsen meiner Turmaline, die auf breiten Quecksilberflächen schwebten, immer in derselben Richtung zur Ruhe kamen, die in der That nur um wenige Grade vom magnetischen Meridian abwich. Die Freude, endlich die Bedingung getroffen zu haben, unter der der electriche Stein seine tellurische Polarität offenbare, war äußerst lebhaft, aber leider von sehr kurzer Dauer; ein Umstand, den ich in der ersten Aufwallung übersehen hatte, zerstörte sie. Es zeigte sich nämlich bald, daß der vermeintliche electriche Magnet mit der völligen Indifferenz bald den positiven, bald den negativen Pol gegen Norden richtete, und es blieb mir also nichts übrig, als zu schliessen, daß irgend ein nicht wahrzunehmender Luftzug auf die Längsfläche der prismatischen Steine gewirkt, und ihnen zufällig diese Richtung gegeben habe. Ich wiederholte die Beobachtung seitdem häufig, und überzeugte mich, daß auch bei unbedeckten Turmalinen die Richtung der Achse immer zufällig ist: nämlich constant, dem jedesmahligen Striche des Luftzugs entsprechend, wenn ein solcher angenommen werden mußte; oder rein-zufällig, wie im Zimmer, wenn wirklich vollkommene Windstille herrschte.

Mehrmahls hing ich feinere ausgewählte Krystalle, an einem langen Faden Coconseide, in einer geräumigen Glasglocke auf, so daß sie horizontal schwebten, nach Art der Drehungswagen; aber trotz der größern Freiheit und Beweglichkeit, welche sie bei dieser Vorrichtung hatten, ebenfalls ohne den mindesten Erfolg.

6. Ich war damahls sehr beschäftigt mit der elektrischen Spannung der Körper, welche vom Boden entfernt werden, und dieses veranlaßte mich, die Untersuchung über eine etwanige tellurische Polarität an diese, wo möglich, anzuschließen. Ich schraubte auf ein ungemein empfindliches Weisfisches Electrometer eine Spitze von 3 Fufs, die so gebogen war, daß die obersten zwei Fufs horizontal fortliefen, und mit dem untersten verticalen Theile einen Winkel von 90° machten. Bei sehr günstiger Witterung wurde diesem Electrometer auf ganz freiem Felde eine sehr merkliche Divergenz mitgetheilt, indem ich es um 3 bis 4 Zoll, bis zum Niveau eines Pfosten hob, auf welchen ich es stellte. Nun drehte ich das Instrument ganz langsam um seine Achse, so daß die horizontale von mir abgewendete Spitze allmählig auf alle Punkte des Horizontes wies, und untersuchte während dessen mit der Loupe, ob sich irgend eine vermehrte oder verminderte Divergenz einstelle, indem die geladene Nadel in verschiedene Azimuthe kam. Eine Spur von geographischer Polarität konnte ich aber in diesen Versuchen durchaus nicht wahrnehmen. Eben so wenig

war das der Fall in vielen ähnlichen Versuchen mit nicht-geladener horizontaler Nadel, welche ich in verschiedenen Kompaßstrichen isolirt und anhaltend ruhen liefs, um nachher durch die Wirkung ihrer Atmosphäre auf ein ebenfalls nicht absichtlich geladenes Electrometer wahrzunehmen, ob sie durch diese Annäherung eine gröfsere oder geringere Spannung erregen würde, je nachdem sie in diesem oder jenem Kompaßstriche geruht hatte. Auch fand ich nicht, dafs zwei Scheiben, die man wechselseitig einander näherte, je einen verschiedenen Grad von Ladung hervor brachten, wenn man ihnen andere Richtungen gegen den magnetischen Meridian gab.

7. Ich überzog das eine Ende eines äufserst dünnen und leichten Holzstreifens, (der 7' lang und $\frac{1}{2}$ " breit war,) mit schwarzem, das andere Ende mit weifsem seidnen Bande, brachte im Schwerpunkte ein gläsernes Hütchen an, und liefs das Ganze auf einer feinen Spitze schweben. Wurde der Streifen mäfsig erwärmt, und das schwarze Ende mit erwärmtem Papiere, das weisse mit erwärmtem schwarzen seidnen Zeuge gerieben; so zeigte sich die schwarze Hälfte stark negativ-, und die weisse, zwar nicht ganz so stark, aber doch sehr deutlich, positiv-electrisch. Diesen, in frühern Zeiten schon als Prüfungsmittel angewandten Gegensatz, der sich bei günstigen Umständen über eine Stunde kräftig erhält, suchte ich wieder hervor, um aus der Lage, in welche das sehr bewegliche Verforium zur

Ruhe kommen würde, beurtheilen zu können, ob es in irgend einer Beziehung mit dem magnetischen Meridian stehe. Meine Erwartung wurde aber auch hier getäuscht, (oder vielmehr bestätigt;) denn das System von positiver und negativer Electricität zeigte die vollkommenste Abwesenheit irgend einer dirigirenden Kraft.

Es bleibt mir nach allen diesen fruchtlosen Versuchen wenig Hoffnung, daß man je bei der Electricität eine ursprüngliche geographische Beziehung entdecken werde.

8. Da die *electrische Säule* durch einige ihrer Wirkungen scheinbar dem Magnete sich nähert, so war es natürlich, von ihr das zu erwarten, was uns die bis dahin bekannten Modificationen der Electrification nicht gegeben hatten. Auch das Problem der geographischen Polarität des Electricismus, haben mehrere gehofft, durch den Galvanismus aufgelöst zu sehen.

Herr Ritter kündigte im Jahre 1805 in seinem *Systeme der electrischen Körper* eine Entdeckung an, die, wenn sie sich bestätigte, das Glänzendste und Edelste wäre, was in diesem Theile der Wissenschaft nur immer geleistet werden kann, und wenn man auf den Nutzen sehen will, selbst für das Leben von entschiedener Wichtigkeit seyn würde. Denn hat es mit ihr seine Richtigkeit, so braucht ein verschlagener Seefahrer oder ein verirrter Wanderer nur einen zinnernen Knopf oder eine Bleikugel in einen etwas länglichen Streifen zu schlagen, einen Splitter Holz-

kohle an den Streifen zu stecken, und diese galvanische Magnetnadel an einen isolirenden Faden, (etwa ein Haupthaar,) aufzuhängen, um sich im Besitze einer untrüglichen Bouffole zu befinden. Folgendes sind die eignen Worte des Herrn Ritter.

„Ich glaube der Erste gewesen zu seyn, der untersucht hat, was, während zwei Körper in wahrer Berührung und Conflict, und nach so genannter erster Classe sind, an ihnen zugegen sey. Ich mußte von selbst dazu Körper wählen, die bei der bloßen Berührung schon zu aller der Spannung gelangen, die ihnen dem Gesetze erster Klasse gemäß überhaupt möglich ist, d. i., *Metalle*. Ich setzte also eine 6 Zoll lange Nadel zusammen, deren eine Hälfte aus Zink, die andere aus Silber bestand, vermöge eines Achat-huts in ihrer Mitte aber auf einem sie tragenden isolirenden Gestell sich frei bewegen konnte. Diese Nadel gab keine Spur von Electricität und verschiedener zu erkennen. Schwach geriebenes Siegellack wie Glas wirkten auf ihre Pole nur anziehend, wie auf jeden andern neutralen Körper, nie abstoßend. Aber die Nadel war ein *Magnet*; sie legte sich genau in den magnetischen Meridian, und kam in ihm durch langsame Oscillationen zur Ruhe. Der Zink von ihr stand nach Norden, das Silber hingegen nach Süden. Der Nordpol eines gewöhnlichen Stahlmagnets, wie auch eines bloß durch Erdmagnetismus polarisirenden Eisens, wirkte *abstoßend* auf den Zink, *anziehend* aber auf das Silber; sein Südpol *anziehend* auf den Zink, *abstoßend* aber auf das Silber. Der Körper von beiden, der nach der Trennung + Electricität zeigt, zeigte *N. Magnetismus*; der, welcher nach der Trennung — Electricität zeigt, zeigte hier *S. Magnetismus*.“

„Ich habe mich aufs umständlichste versichert, daß ganz gewiß nichts täuschte. Die Nadel war so eingerichtet, daß Zink und Silber heraus genommen, und umgekehrt wieder eingesteckt werden konnten. Die Ordnung der Dinge blieb durchaus die alte, welche Communication ich auch wählen mochte. Ich habe nachher die Zink- so wie die Silberhälfte jede besonders mit einem Stahlmagnete bestrichen, als hätte ich Eisendrähte vor mir; sie nahm nichts von Magnetismus an, und der Erfolg des Versuchs blieb vollkommen derselbe.“

„Stärker war die Directionskraft der Nadel und auch die Wirkung ihrer einzelnen Pole, wenn ich statt Silber, Kohle einsteckte; noch stärker, wenn ich statt der Kohle Reifsblei nahm.“ (*System der electrischen Körper*, S. 378 f.)

In einer Note fügt der Verfasser noch folgendes hinzu. „Von fernern Modificationen dieser Versuche bei anderer Gelegenheit. — Nur noch für diejenigen, welche diese Versuche wiederholen wollen: daß ein gegebenes Körperpaar den stärksten Magnetismus zeigt, die ersten Tage nach der Verbindung: dann nimmt er merklich ab. Um ihn für zwei verbundene Körper, indess von neuem wieder herzustellen, hat man bloß nöthig, die beiden Hälften der Nadel eine oder etliche Wochen von einander getrennt aufzubewahren, und sodann sie wieder zu verbinden.“

Diese Aeußerungen waren ganz geeignet, meine erloschenen Hoffnungen wieder rege zu machen. Ich schickte mich zur Wiederholung dieser Versuche mit dem Eifer und der Besonnenheit an, die ein so erhabener Gegenstand erforderte, genoss aber nie das Glück, auch nur eine einzige Spur von

tellurischer Polarität beim Galvanismus wahrzunehmen.

9. Die galvanische Magnetnadel, die ich angewendet, und von der ich allen Grund habe zu sagen, daß sie mit der von Herrn Ritter gebrauchten, in der Construction völlig übereinstimmte, bestand aus drei Haupttheilen. Das Mittelstück aus Messing war $1\frac{3}{4}$ pariser Zoll lang; in der Mitte desselben war das Achathütchen befestigt, und die beiden Enden desselben bildeten Röhren, oder vielmehr aufgeschlitzte Hülsen, in welche die heterogenen Metalldrähte eingeklemmt wurden. Der Zinkdraht war beinahe 4 pariser Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Linie dick; die Silbernadel war $2\frac{7}{8}$ pariser Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Linie dick. Die Länge der zusammen gesetzten Nadel, wenn sie im Gleichgewichte schwebte, betrug $7\frac{1}{8}$ pariser Zoll und das gesammte Gewicht aller Stücke war 100,2 Gran.

Diese Nadel wurde auf eine sehr feine Stahlspitze gestellt, das Ganze auf das vollkommenste isolirt und sich selbst überlassen. Die Nadel machte mit dem magnetischen Meridian zufällig einen Winkel von ungefähr 60° , und sie blieb mehrere Stunden unbeweglich in dieser Richtung. Sie wurde darauf dem magnetischen Meridian durch einen kleinen Stoß um vieles näher gebracht, und auch da ruhte sie mit der vollkommensten Indifferenz. Ich bedeckte sie nun mit einer sehr geräumigen Glasglocke, um sie gegen jeden Luftstrom zu sichern, und dessen ungeachtet beharrte sie in jeder Lage, in die sie ein-

mahl versetzt war, ohne daß man, selbst mit der Loupe, das geringste Annähern derselben an den Meridian, oder eine Schwankung dahin entdecken konnte.

Da es mir mit keinem dieser Verfahren geglückt war, so schritt ich zu folgendem. Ich ertheilte der Nadel, deren Stift im Mittelpunkte eines eingetheilten Kreises stand, bald geringere, bald stärkere Stöße, die sie in einen Kreislauf setzten, und schrieb sorgfältig die Richtungen auf, in welchen sie jedes Mahl zur Ruhe kam, und die ich von dem nach 4 Quadranten eingetheilten Limbus geradezu ablesen konnte, da ich den Kreis nach einer guten Bouffole orientirt hatte. Bei mehrern Hunderten solcher Beobachtungen konnte ich durchaus keine Spur einer constanten Richtung wahrnehmen, und was beinahe noch entscheidender ist, es fand durchaus nie die mindeste Oscillation Statt, sondern die angestoßene Nadel ging nach der Richtung des Stoßes mit gleichförmig verzögerter Geschwindigkeit fort, ohne bei der Annäherung an den Meridian beschleunigt zu werden, und ohne auch nur ein einziges Mahl, bevor sie zur Ruhe kam, zurück zu gehen, und wahre, wenn auch noch so unbedeutende Schwingungen zu zeigen.

Folgende Bruchstücke aus zwei Reihen dieser Versuche mögen als Beispiel gelten. An der Ordnung der Beobachtung ist nicht das mindeste geändert; sie sind allen übrigen durchaus gleich, und zeugen von der reinsten Zufälligkeit der Richtungen, welche die Nadel annimmt.

A. Nachdem die Theile der so genannten galvanischen Magnetnadel nur einige Stunden in wechselseitiger Berührung gewesen waren:

Der Versuch geschah unter der geräumigen Glasglocke, und die Nadel wurde zu Anfang jedes Versuchs leise angestossen. Die Zeit ist von diesem Augenblicke an, bis zu dem der vollkommenen Ruhe gerechnet.

Verfuch	Zeit der Bewegung d. Nadel.	Richtung der Nadel, als sie zur Ruhe gekommen war.
1	10'	Zink: Ost 8° gegen Nord
2	10'	Zink: West 10° gegen Süd
3	10'	Zink: West 15° gegen Nord
4	15'	Zink: Süd 10° gegen Ost
5	13'	Zink: im Nord des magnetischen Meridians.

B. Nachdem die Theile der Nadel 4 Tage in wechselseitiger Berührung gewesen waren:

Verfuch.	Zeit der Bewegung d. Nadel.	Richtung der Nadel, als sie zur Ruhe gekommen war.
1	30'	Zink: Nordost
2	2 Stunden	Zink: West 10° gegen Süd
3	45'	Zink: Süd 12° gegen Süd
4	18 Stunden	Zink: Ost 45° gegen Süd
5	3 Stunden	Zink: Ost 15° gegen Nord.

Ich hoffte, der Erfolg werde vielleicht günstiger seyn, wenn Zink und Silber nicht durch die Dazwischenkunft eines dritten Metalles getrennt wären, und liefs deshalb ein Mittelstück von Silber verfertigen, um die Zink- und Silberdrähte daran zu be-

festigen; es fand aber bei dieser Vorrichtung eben so wenig eine Spur von magnetischer Richtung Statt.

Auch versuchte ich ein möglichst freies Spiel dadurch zu bewirken, daß ich eine leichte aus zwei sauber gearbeiteten Zink- und Silberblechen zusammen gesetzte Nadel an einem Coconfaden von 2 Fufs Länge, in einem Glasbehälter frei und horizontal schwebend aufhing. Die Beweglichkeit dieser Nadel war ungemein groß. Dieselbe Intensität des Stosses, welche die auf dem Stifte sich drehende Nadel nur 10 bis 12 Mal ihren Kreislauf während 6 oder 7 Minuten vollenden machte, setzte sie wenigstens auf eine volle halbe Stunde in Bewegung. Der ungemein geringe Grad der Wirkung des Fadens kam hier folglich in gar keinen Betracht. Aber trotz dieser großen Freiheit der Bewegung stellte sich die Nadel unmittelbar nach ihrer Zusammensetzung, und auch zu jeder Zeit nachher, in alle mögliche Richtungen, ohne irgend eine Oscillation, und verblieb Tage lang in der allerwider sinnigsten, nämlich Zink gerade in Süden.

Dasselbe fand Statt bei galvanischen Ketten, die auf Wasser und auf Quecksilber schwimmend erhalten wurden; denn ich wollte durchaus kein Mittel unversucht lassen, ein so wichtiges Resultat zu erhalten.

10. Meine letzte Hoffnung war, daß, wenn bei einer Nadel das Moment der Kraft durch die Grösse der Masse vermehrt, ihr aber nichts an Freiheit

der Bewegung entzogen würde, der Zug nach irgend einem Kardinalpunkte, sich nothwendig durch eine constante Richtung der Nadel werde verrathen müssen, wenn ein solcher Zug überhaupt, wenn auch mit einer kaum merkbaren Intensität, vorhanden sey. Es wurde dem zu Folge eine kleine Zinkbarre mit einem massiven Knopfe von 4 Linien Durchmesser gegossen, zum Gegengewicht ein Platindraht von $\frac{1}{2}$ Linie Dicke und 4 Zoll Länge in leitender Continuität daran gefügt, und das Ganze in einer hohen Glasglocke an einem höchst zarten ungesponnenen seidenen Faden aufgehängt. Aber selbst hier zeigte die groſſe Zinkmasse am Ende des langen Hebels nie einen Trieb nach irgend einem bestimmten Punkte des Horizonts, und diese Nadel bewährte die vollkommenste Indifferenz. Sie zeigte aber nebenbei eine ganz besondere und gewisser Maſſen regelmäſſige Empfindlichkeit gegen jeden Strom der Luft, selbst gegen den unmerklichen, der im Innern der Glocke durch Temperaturveränderung Statt fand. So z. B. befand sich den 19ten Februar 1806 um 10 Uhr Morgens der Zink seit drei Tagen gerade in Süden. Zu der Zeit näherten sich die Strahlen der Sonne dem Apparate; das Zinkende fing an sich zu bewegen, und war um 11 Uhr in Südost, und um 12 Uhr in Osten 6° gegen Nord gekommen. Die Strahlen hatten die Glasglocke wirklich erreicht, und ihre südliche Seite, (von $\frac{3}{4}$ auf 11 bis etwas nach 12 Uhr,) beschienen. Wie nun aber die Sonnenstrahlen sich zurück zogen, und

die Strömung der erwärmt gewesenen Luft allmählich nachliefs, um sich durch entgegen gesetzte Bewegung wieder ins Gleichgewicht zu setzen, ging ebenfalls das Zinkende durch gleichförmige Bewegung zurück, und einige Minuten nach 1 Uhr war es wieder gerade in Süd gekommen, wo es bis zum andern Tage verblieb.

Um die Wirkung von Kohle und Zink zu prüfen, und zugleich einen noch höhern Grad von Beweglichkeit zu erreichen, liefs ich eine sehr leichte Zinkscheibe von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser verfertigen, in dem Schwerpunkte derselben eine Achse anlöthen und in der Richtung eines Halbmessers eine Hülse ebenfalls von Zink anbringen, in welche das zuge-
schärfte Ende eines ausgefuchten 4 Zoll langen Streifens Kohle eingepreßt wurde. Das Ganze hing ich an einen um die Achse geschlagenen Coconfaden, in der Hoffnung, die geladene Kohle werde durch ihre Richtung ihre geographische Polarität verrathen. Sie that es aber eben so wenig als das Silber, ungeachtet die Beweglichkeit dieses Apparats so grofs war, dafs ich ihn fast nie in absoluter Ruhe beobachten konnte.

Es ist *mir* also trotz der ernstesten Bemühung, und ich gestehe es gern, trotz eines geheimen Wunsches, nie gelungen, auch nur eine Spur von tellurischer Polarität bei der einfachen galvani'schen Kette wahrzunehmen.

II. Eben so wenig habe ich die mindeste Ein-

wirkung des Magnets auf die einfache galvanische Kette entdecken können.

Nach Herrn Ritter wird das Zinkende vom Südpole, und das Silberende vom Nordpole angezogen. Nach meiner sehr sorgfältigen und oft wiederholten Untersuchung findet das eine so wenig als das andere Statt, und ich muß schließen, die galvanische Kette habe durchaus keine Correspondenz mit dem Magnetismus; mir wenigstens ist durchaus kein factischer Grund bekannt, irgend etwas dergleichen anzunehmen. Folgendes sind die Versuche, die ich, um die vorgebliche Einwirkung des Magnets zu prüfen, angestellt habe; ein jeder kann sie äußerst leicht wiederholen.

Das eine Ende einer aus reinem Zink und aus Silber zusammen gesetzten Nadel wurde isolirt, oft auch nicht isolirt, dem Pole einer höchst beweglichen Magnetnadel genähert, ohne daß je ein Anziehen oder ein Abstoßen Statt gefunden hätte: die galvanische Kette zeigte sich als vollkommen indifferent in Rücksicht auf magnetische Polarität.

Verschiedene zusammen gesetzte galvanische Nadeln wurden, jede unter einer besondern geräumigen Glasglocke an einem Faden ungesponnener Seide, in ihrem Schwerpunkte aufgehängt. Als sie sich in völliger Ruhe befanden, führte ich einen eiserne Draht in eine der Glocken unter den Rand hinein, der so gebogen war, daß das obere Ende sich bis auf 1 oder $\frac{1}{2}$ Linie dem Ende der galvanischen Kette nähern ließ. In dieser Lage

wurde der Draht befestigt, und während alles in der Glocke in Ruhe war, wurde auf das äußere Ende des Eisendrahts der eine Pol eines starken, 20 Pfund tragenden Magnets gestellt. Die Kraft desselben brachte indess nicht die mindeste Anziehung oder Abstoßung, selbst in dieser geringen Ferne hervor. Der Versuch wurde auf vielerlei Art abgeändert, mit stärkern und schwächern Magneten, mit größern oder geringern Massen der heterogenen Metalle, aber es ergab sich stets und ohne Widerrede die völlige magnetische Indifferenz der galvanischen Kette.

Zum Ueberflusse wiederholte ich den oben von Herrn Ritter beschriebenen Versuch sehr oft, aber ebenfalls stets ohne den mindesten Erfolg, wie zu erwarten war, da die Freiheit der Bewegung einer auf einem Stifte ruhenden Nadel, derjenigen einer Nadel, die an einem gut gewählten Faden aufgehängt ist, außerordentlich nachsteht. Die isolirte auf dem Achathütchen sich drehende galvanische Kette wurde zwischen beide Pole eines aufrecht stehenden hufeisenförmigen Magnets, der an 9 Pf. Eisen trug, so aufgestellt, daß das eine Ende derselben sich zwischen beiden Polen, um zum Einspielen gebracht zu werden, befand. Dann betrug für das kürzere Silberende der Oscillationsbogen zwischen beiden Polen ungefähr 40° , für das längere Zinkende dagegen nur etwas über 30° . Hier ein gedrängter Auszug einiger Beobachtungen, deren ich sehr viel in allem Detail, sogleich während des Ver-

laufs der Prüfungen, zu Papier brachte. An diesen Versuche, wie an den vorigen und folgenden, haben oft mehrere Beobachter Theil genommen.

Zink zwischen beiden Polen: Werth des ganzen Bogens 30° . Die isolirte Nadel wurde bloß durch einen leisen Luftzug in Bewegung gesetzt.

1. Zink stiefs an den *Südpol*, ging von da zum *Nordpol* zurück;

stiefs an den *Nordpol*, ging von da immer langsamer zum *Südpol* zurück;

stiefs an den *Südpol*, und bewegte sich von da ab mit kaum noch wahrzunehmender Geschwindigkeit zurück. Zink in völliger und dauernder Ruhe zwischen beiden Polen, ein wenig näher gegen den südlichen.

2. Zink stiefs an den *Südpol*, ging von da zum *Nordpol*;

stiefs an den *Nordpol*, ging von da zum *Südpol*;

stiefs an den *Südpol*, ging von da mit kaum wahrzunehmender Bewegung ab, und kam zur völligen Ruhe, in welcher Zink um $\frac{1}{2}$ des Bogens vom *Südpol* entfernt blieb.

3. Zink stiefs an den *Südpol*, ging dann zum *Nordpol*;

stiefs an den *Nordpol*, ging dann zum *Südpol*;

stiefs an den *Südpol*, ging von da immer langsamer zurück, und kam endlich zur Ruhe; der Zink blieb um $\frac{1}{2}$ des Oscillationsbogens vom *Nordpol* stehen.

4. Zink stiefs an den *Südpol*;
dann an den *Nordpol*;

und wiederum an den Südpol; bewegte sich äußerst langsam zurück, und kam zur bleibenden Ruhe, um $\frac{1}{3}$ des Oscillationsbogens vom Nordpol.

Eben so rein-zufällig, wie in diesen vier Versuchen, waren die Resultate in allen übrigen, so wohl mit dem Zink-, als auch mit dem Silberende. Höchst merkwürdig ist dabei folgender Umstand: Wenn die Nadel zur Ruhe gekommen war, in einer Lage, wo ihr Ende in einer auch noch so geringen Entfernung, oft nur von $\frac{1}{4}$ Linie, von irgend einem der Pole abstand, so blieb sie in ihr unverrückt Tage lang, bis sie von aussen in Bewegung gesetzt wurde, ohne daß irgend eine Anziehung oder Abstoßung des kräftigen Magnets bei so geringer Entfernung die mindeste Bewegung bewirkt hätte.

Auch fand ich unter unzähligen Fällen kaum einen einzigen, in welchem das Ende der Nadel in wirklicher Berührung mit diesem oder jenem Pole des Magnets geruht hätte: jedes Mahl war die äußerst geringe mechanische Reaction des letzten Anstoßens hinlänglich gewesen, um die Nadel von dem Pole, den sie zuletzt berührt hatte, zu entfernen, sey es auch nur um einen mikroskopisch kleinen Abstand.

Dieser negative Erfolg, so äußerst auffallend er auch ist, war mir gewisser Malsen doch nicht ganz unerwartet. Die scheinbaren Analogieen der Voltaischen Säule mit dem Magnete hatten mich gleich bei der Entstehung der Säule bewogen, sie strenge auf magnetische Polarität zu prüfen: ich hatte aber, wie
alle

alle andere, stets gefunden, daß keiner ihrer Pole, selbst bei der kräftigsten Säule, irgend eine Spur von Abstoßung auf die Pole der besten Bouffole oder einer magnetischen Windungswaage ausübt. Es war mir daher gleich anfänglich höchst paradox, daß die einfache Kette das zeigen sollte, was die 200- bis 300fache uns so absolut vorenthalten hatte.

12. Eine Sage, die sich in mehrern Gesprächen über die behauptete tellurische Polarität der galvanischen Kette, als Bestätigung derselben erwähnen hörte, und die ich auch, wenn ich nicht sehr irre, in irgend einer neuern Schrift gelesen habe, reizte sehr meine Neugierde. Man behauptete nämlich, die *Bouffole der Chinesen* habe nicht wie die unsere eine homogene Stahlnadel, sondern eine aus zwei heterogenen Metallen zusammen gesetzte, gerade nach Art der magnetisch seyn sollenden einfachen galvanischen Kette. Ich habe mich verschiedentlich bemüht, auf den Grund dieser Tradition zu kommen. Ein in Sachen seiner Kunst sehr wißbegieriger Schiffskapitän, der einige Mahl in China gewesen war, konnte mir hierüber keine Auskunft geben. Auch suchte ich vergebens darnach in allen Reisebeschreibungen und Berichten der gelehrten Missionare. Alles, was Legentil, Duhalde, Lecomte und die Neuern, von der Bouffole der Chinesen melden, so ausführlich es mitunter ist, enthält nichts, was den Ursprung dieser Sage erklären könnte. Die einzige Veranlassung dazu mag wohl die Abbildung gegeben haben, welche Staunton

in seiner Reisebeschreibung von der chinesischen Bouffole giebt. *) Die eine Hälfte der Nadel ist in ihr mit einer ganz verschiedenen Schattirung als die andere Hälfte angedeutet, gerade so, wie ein Zeichner die Heterogenität der Metalle eines galvanischen Verforiums ausdrücken würde. Doch Staunton und Barrow, die sich in der Reisebeschreibung ausführlich über die Construction und die geographische Eintheilung dieser Bouffole einlassen, hätten wahrlich einen für Seefahrer so auffallenden Punkt, als diese Heterogenität wäre, nicht so ganz mit Stillschweigen übergangen. Die Verschiedenheit dieser Haltung beider Hälften der Nadel, welche von der andern Seite ganz sicher nicht zufällig ist, muß also irgend einen außerwesentlichen Grund haben, den weder Staunton noch Barrow einer Erwähnung würdigten. Ich glaube diesen aufgefunden zu haben in der Beschreibung, welche Cavallo von den chinesischen Seekompassen giebt, die Dr. James Lind, Arzt zu Windsor, mit aus China gebracht hat. Es heist in derselben: „Die Magnethadel besteht in einem cylindrischen stählernen Draht, ungefähr einen Zoll lang und nicht über $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser. Um ihren Nordpol zu unterscheiden, ist eine Hälfte roth, die andere schwarz.“ Es scheint mir hiernach ausgemacht, daß die erwähnte Tradi-

*) *An authentic account of an Embassy to the emperor of China*, London, Volum I, pag. 441. E.

tion lediglich auf einer flüchtigen Ansicht des Staunton'schen Kupfers beruht, welches sich seinerseits auf den in England durch Lind's Bouffolen bereits bekannten Gebrauch der Chinesen bezieht, die entgegen gesetzten Hälften der Magnetnadeln mit zwei verschiedenen Farben zu bezeichnen. Und so mag die Genesis dieses Irrthums statt aller Widerlegung desselben gelten; um so mehr, da wir nebenbei einen factischen directen Beweis für die Homogenität der chinesischen Stahlnadeln erhalten haben.

(Der Beschluss folgt im nächsten Stücke.)

II.

ERGÄNZUNGEN

zu dem

im vorigen Hefte der Annalen befindlichen Auszuge aus der Abhandlung

der Herren Biot und Arago

über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der Gasarten;

VON

GILBERT.

Diese Abhandlung ist von so vielem Interesse und von einem so ausgezeichneten Werthe, daß sie es verdient, daß ich den Leser noch ein Mahl zu ihr zurück führe. Herr Biot ist der Verfasser derselben; er hat sie am 24ten März 1806 in der mathem. - physikal. Klasse des National-Instituts vorgelesen, und bald darauf scheint der Auszug verfaßt zu seyn, von dem ich den Leser im vorigen Hefte dieser Annalen unterhalten habe. Die Abhandlung selbst ist erst jetzt in den *Mémoires de l'Institut National*, 1er Semestre 1806, im Druck erschienen, und es finden sich in ihr Beobachtungen noch aus dem Monat Julius. Einen einzelnen Abdruck derselben, mit einem eignen Titelblatte, *Paris. Novembre 1806*, 96 p., q., verdanke ich dem seltenen und nie zu ermüdenden Eifer, womit der Hr. Freiherr Alex. von Humboldt sich um die Verbreitung der Wissenschaften keine kleinern Verdienste erwirbt, als er sich um die Erweiterung derselben bereits errungen hat, und noch täg-

lich zu erringen bestreht ist. Ich ersehe aus ihr, daß die Klasse von Lesern, welche beim Anblicke mathematischer Formeln ein heiliges Grauen zu ergreifen pflegt, alle Ursache hat, mit der Darstellung der Untersuchung und ihrer Resultate, welche man in dem vorigen Hefte gefunden hat, zufrieden zu seyn, und daß ich in meinen Erläuterungen der Wahrheit mehrentheils näher gekommen bin, als ich selbst es hoffen durfte. Die Berechnungen und Formeln hat Herr Biot, nach seiner gewohnten, und sehr wohl berechneten Art, in die Noten verwiesen, welche der Abhandlung angehängt sind,

Auch sie sind so belehrend und so wichtig, daß ich sie in ihrem ganzen Detail hier nachzutragen für eine Pflicht hielt. Doch habe ich den Vortrag an vielen Stellen abgekürzt, die Ordnung der Materien verändert, und das, was dunkel und schwierig war, wie ich mir schmeichle, so aufgehell't, daß sich nun jeder Physiker, der die Versuche der Herren Biot und Arago wiederhohlen und erweitern will, dazu, von Seiten der Methoden und Rechnungen wird in den Stand gesetzt sehen. Einige ergänzende Notizen mögen den Anfang machen; es folgen dann die beiden ersten Noten und darauf das Detail der Refractions-Beobachtungen, die Resultate der Berechnung dieser Beobachtungen, und noch manches Interessante aus den physikalischen und aus den optisch-chemischen Folgerungen, welche die Herren Biot und Arago aus ihnen ziehn. Durch diese Stellung werden diese Materien verständlicher und belehrender. Die dritte Note, die sich mit den Abwägungen und mit der Bestimmung des Coefficienten der Laplace'schen Formel für Höhenmessungen durch das Barometer beschäftigt, verspare ich für das folgende Heft.

Gilbert,

Der Erfinder des Vervielfältigungs-Kreises, Borda, hatte ein ganzes Jahr darauf verwendet, die Beobachtungen Hawksbee's über die Strahlenbrechung der atmosphärischen Luft mit der Vollkommenheit zu wiederholen, welche unsre jetzigen Kenntnisse und jenes vortreffliche Werkzeug möglich machen. Dafs sich nach seinem Tode auch nicht ein einziges seiner Resultate vorgefunden hat, bedauerte man desto mehr, da Borda mit der höchsten Genauigkeit zu verfahren gewohnt war, und in hohem Grade die Geschicklichkeit im Beobachten mit der im Rechnen verband, wie es zu so feinen und genauen physikalischen Untersuchungen unumgänglich nöthig war. Diese Arbeit wieder aufzunehmen, und auf alle luftförmige Körper auszudehnen, wurde auf den Antrag des Herrn De La Place von der physik.-mathem. Klasse des National-Instituts Herrn Biot übertragen.

„Als ich diesen Auftrag übernahm,“ sagt Herr Biot, „war ich mir bewußt, dafs ich alle Kräfte würde anstrengen müssen, um diesem Zutrauen zu entsprechen, und etwas dem würdiges zu liefern, dessen Verlust man beklagte. Da die anzustellenden Versuche höchst fein und schwierig und sehr zu vervielfältigen waren, so lud ich Herrn Arago, Sekretär des Längen-Büreau, ein, sie mit mir zu unternehmen. Wir haben gemeinschaftlich alle Versuche und alle Rechnungen angestellt, von denen ich die Klasse zu unterhalten im Begriffe bin, und

die Resultate derselben gehören daher auch uns beiden gleichmäfsig an. . . . In den Noten, am Ende dieser Abhandlung, *) haben wir umständlich die Art, wie wir bei unsern Versuchen verfahren sind, beschrieben, die verschiedenen Umstände bei denselben erörtert, und den Grad ihrer Genauigkeit erwogen; nicht eher waren wir zufrieden, als wenn die möglichen Irrthümer kleiner waren, als dafs sie sich noch wahrnehmen liefsen. Hier wird es genug seyn, zu sagen, das wir uns desselben Prisma bedient haben, von welchem Borda Gebrauch gemacht hatte, und dafs uns weiter nichts als dieses von ihm übrig geblieben ist; denn man weifs nicht einmahl, wie er sich des Prisma bedient habe.“ —

Man sieht dieses Prisma auf Tafel I abgebildet. Herr Biot sagt davon in der Abhandlung selbst mehr nichts, als was man in dem Auszuge, (oben S. 353,) gelesen hat, doch kömmt noch einiges zur Erläuterung in den Noten vor. Die messingene Röhre des Prisma ist sehr enge, und auf derselben steht das Barometer. Der Winkel der beiden brechenden Flächen wurde aus den Winkeln bestimmt, welchen directe Strahlen von einem sehr weit entlegnen Gegenstande mit Strahlen desselben Gegenstandes machten, die von den brechenden Flächen zurück geworfen wurden; ein Verfahren, welches Herr La Place angegeben

*) Es sind ihrer drei, und machen die Hauptsache gegenwärtiger Ergänzung aus. . . . *Gilb.*

hat, und das man in der ersten Note umständlich entwickelt findet. Es übertrifft alle mechanische Mittel bei weitem an Genauigkeit, und läßt nur einen Irrthum von wenigen Secunden zu.

„Die Beobachtungen“, sagt Herr Biot, „haben uns belehrt, daß die ebenen Oberflächen der beiden brechenden Glasplatten nicht mit einander vollkommen parallel waren, sondern daß sie einen Lichtstrahl, der durch sie hindurch ging, beide zusammen in der Regel um einen Winkel von $16''{,}6$ ablenkten. Ich sage: in der Regel; denn wir haben hierbei kleine Veränderungen wahrgenommen, welche vielleicht von den dünnen Lagen des Dunstes herrühren, der sich an den Gläsern niederschlägt, oder von andern Umständen, die wir nicht haben ergründen können. Diese GröÙe, welche wir Sorge getragen haben, in jedem Versuche zu messen, ist im Vergleich mit der ganzen Ablenkung sehr klein, (denn diese betrug, wenn das Prisma luftleer war, mehr als $6'$;) und aus den Beobachtungen erhellte, daß sie in diesem Falle zu den beobachteten Winkeln hinzu zu fügen war.“

„Diese Winkel zu messen, diente uns einer der Vervielfältigungs-Kreise der Sternwarte. Das Prisma, welches vor dem obern Fernrohre stand, lenkte den Lichtstrahl, indem es in horizontaler Ebene umgedreht wurde, abwechselnd nach den beiden entgegen gesetzten Seiten des Abzeichens ab, auf welches das untere Fernrohr des Kreises beständig

durch die Luft gerichtet wurde. (Man sehe Taf. I. *) Diese sehr einfache Anordnung, deren Genauigkeit wir uns bewiesen hatten, wie man in der zweiten Note finden wird, liefs eine nach Belieben vervielfachte Beobachtung des Winkels zu, welchen der durch das Prisma abgelenkte Strahl mit der Achse des untern Fernrohrs machte, und so konnten wir diesen Winkel in kurzer Zeit sehr oft nehmen. Zum Abzeichen wählten wir einen der Gewitterableiter der Sternwarte; wir selbst befanden uns in einem Saale des Pallastes des Senats, 1400 Mètres von der Sternwarte entfernt. — — — Die Formeln, nach welchen wir das Brechungsvermögen der Gasarten aus den Beobachtungen berechnet haben, sind von uns bis auf die zweiten Potenzen der Refractionen entwickelt worden, welche bei der ausserordentlichen Feinheit unsrer Prozesse noch einen wahrnehmbaren, obgleich sehr geringen Einflufs hatten; man findet diese Formeln in der zweiten Note entwickelt.“

„Man begreift leicht, dafs es für uns von der höchsten Wichtigkeit war, vollkommene Instrumente zu haben, die in ihrem Gange aufs genaueste übereinstimmten. Die, welche Herr Fortin für uns gemacht hat, liefsen in dieser Hinsicht nichts zu wünschen übrig. Wir müssen frei gestehen, dafs ohne die Hülfe dieses vortrefflichen Künstlers, ohne die

*) Und im vorigen Hefte, Taf. IV, und die Erläuterungen in der Anmerkung S. 355. *Gilb.*

viele Mühe, die er sich gegeben hat, um uns behülflich zu seyn, die äußerste Genauigkeit zu erreichen, wir diese Versuche nie würden haben zu Ende bringen können. Wir schmeicheln uns aber auch, daß alle diese Hilfsmittel vereint, uns zu einem Grade von Genauigkeit geführt haben, der dem der astronomischen Beobachtungen gleich kömmt; und dieses ist alles, was sich bei dem Zustande unsrer Wissenschaften fordern läßt.“

Bei den Versuchen über das Brechungsvermögen der Gasarten kam es darauf an, das Prisma mit ganz reinem Gas zu füllen. Das hatte einige Schwierigkeit. Denn wenn man das luftleer gepumpte Prisma auf den Gasrecipienten aufschraubte, so blieb der Theil der Communicationsröhre, der sich zwischen dem Hahne des Prisma und dem Hahne des Gasrecipienten befand, voll atmosphärischer Luft. Oeffnete man beide Hähne, so strömte diese zugleich mit dem Gas in das Prisma, und hier mußte ihr störender Einfluß wegen des geringen Inhalts des Prisma bedeutend werden. Dieselbe Schwierigkeit trat bei dem Abwägen der Gasarten in einem luftleer gepumpten Ballon ein. Um ihr abzuhelfen, haben die Herren Biot und Arago in dem Hahnstücke ihrer Gasrecipienten noch einen zweiten sehr kleinen Hahn mit einer engen Oeffnung angebracht, wie dieses Taf. I, Fig. 3, vorstellt. *A* ist der Hahn des Gasrecipienten, *B* der Hahn des Prisma oder des Ballons, *C* der kleine Hahn. Nachdem das Prisma luftleer gepumpt und auf den Gas-

recipienten aufgeschraubt worden, wurde vermittelst des Hahns *C* der Zwischenraum zwischen den beiden großen Hähnen *A*, *B* luftleer gepumpt. Dann drehte man diese beiden Hähne so, daß dieser Zwischenraum verschlossen war, und daß das Innere des Recipienten durch den Hahn *C* mit der äußern Luft in Verbindung stand, drückte den Recipienten unter Wasser, um durch *C* die atmosphärische Luft aus ihm auszutreiben, verschloß, wenn dieses geschehn war, den Hahn *C*, ließ das Gas in den Recipienten steigen, und öffnete die beiden Hähne *A* und *B*, durch die nun das Gas ohne alle Beimischung von atmosphärischer Luft in das Prisma oder den Ballon hinein stieg.

I. Messung des Brechungswinkels des Prisma.

Es stelle in Fig. 1, Taf. II, *S* den brechenden Winkel des Prisma vor, und *SP*, *SP'* die beiden brechenden Ebenen. Der Gegenstand *O* sey unendlich weit entfernt. Die Strahlen *OP*, *OP'*, welche auf das Prisma fallen, mögen nach *PC* und *P'C'* zurück geworfen werden, und die Linien *PN*, *P'N'* diese Winkel halbiren. Unter diesen Voraussetzungen sind *OP*, *OP'* parallel, und *PN* und *P'N'* stehn senkrecht auf den brechenden Ebenen. In dem Falle, wenn die beiden Winkel *OPC* und *OP'C'* sich in einerlei Ebene befinden, [die alsdann auf dem Durchschnitte der beiden brechenden Ebenen

fenkrecht stehen muß,] schneiden sich die beiden Normalen PN und $P'N'$ verlängert in einem Punkte S' , und der Winkel $PS'P'$, den sie mit einander machen, ergänzt den Brechungswinkel S zu zwei rechten. Man brauchte daher nur einen Vervielfältigungs-Kreis in C und nachher in C' aufzustellen; und die Winkel zu messen, welche die directen Strahlen OC, OC' mit den zurück geworfenen Strahlen $PC, P'C'$ machen, um den Brechungswinkel des Prisma zu finden. Denn den Ergänzungen derselben zu zwei rechten sind die Winkel $CPO, C'P'O$ gleich; und bezeichnet man diese mit ψ, ψ' , so ist der Winkel $S' = \frac{\psi + \psi'}{2}$ und der Brechungswinkel $S = 180^\circ - \frac{\psi + \psi'}{2}$. Alles dieses setzt jedoch voraus, daß die Winkel CPO und $C'P'O$ sich in einer und derselben Ebene befinden.

Nun aber ist es physisch unmöglich, die Ebene des Kreises in beiden Beobachtungen so zu stellen, daß diese Bedingung erfüllt werde. Alles, was sich erreichen läßt, ist, daß der Winkel, welchen die Ebenen beider Winkel mit einander machen, und den wir mit ϕ bezeichnen wollen, so wenig verschieden von 180° wird, daß, wenn wir

$$\cos. \phi = -1 + \alpha$$

setzen, α eine sehr kleine GröÙe ist.

Der Durchschnitt der beiden Ebenen muß mit den Parallellinien $PO, P'O$ parallel seyn; er sey AZ in Fig. 2, Taf. II. Zieht man durch einen Punkt A desselben, in der einen Ebene PCO eine Linie

An parallel mit PN , und in der andern Ebene $P'C'O$ die Linie An' parallel mit $P'N'$, so ist $ZAn = \frac{\psi}{2}$

und $ZAn' = \frac{\psi'}{2}$, und der Winkel, den diese beiden

Linien mit einander machen und den wir V setzen wollen, wird derselbe seyn, als der der beiden Normalen NP , $N'P'$, die sich nicht schneiden. Zieht man endlich auf die Durchschnittslinie AZ in den beiden Ebenen AX und AY senkrecht; so ist der Winkel $XAY = \phi$, oder gleich dem Neigungswinkel der beiden Ebenen. Wir haben dann

$$\cos. V = \cos. \frac{\psi}{2} \cdot \cos. \frac{\psi'}{2} + \sin. \frac{\psi}{2} \cdot \sin. \frac{\psi'}{2} \cdot \cos. \phi. *)$$

Wäre $\phi = 180^\circ$, folglich $\cos. \phi = -1$, so würde auch nach dieser Formel $V = \frac{\psi + \psi'}{2}$. Setzen wir $\cos. \phi = -1 + \alpha$; so erhalten wir

$$\cos. V = \cos. \left(\frac{\psi + \psi'}{2} \right) + \alpha \cdot \sin. \frac{\psi}{2} \cdot \sin. \frac{\psi'}{2},$$

wo das zweite Glied die Correction wegen des Nicht-Zusammenfallens der beiden Ebenen ausdrückt. Vermittelt dieser Formel läßt sich der Winkel der Normalen PN , $P'N'$ berechnen, und

*) Statt der etwas umständlichen Ableitung dieses Ausdruck bei Hrn. Biot; die Bemerkung, daß dieses der bekannte Ausdruck zwischen drei Seiten und einem Winkel eines sphärischen Dreiecks ist, und daß, wenn man sich um A ein sphärisches Dreieck RUW beschrieben denkt, darin die Seiten $r = V$, $u = \frac{\psi}{2}$, $w = \frac{\psi'}{2}$ sind, und der Winkel $R = PAZ = \phi$ ist. Gilb.

aus diesen folgt der Winkel der beiden brechenden Ebenen des Prisma.

Folgendes sind die Methoden, deren man sich zum Messen der Winkel ψ , ψ' , ϕ bedient hat.

Die Beobachtungen wurden in dem grossen Saale des Observatoriums angestellt; der Telegraph auf Montmartre diente als Gegenstand, und die Winkel OCP , $OC'P'$, welche die Winkel ψ , ψ' zu zwei rechten ergänzen, wurden mit einem kleinen Repetitions-Kreise von Le Noir gemessen. Da das Prisma nicht weit genug von dem Kreise entfernt war, dass das zurück geworfene Bild hätte in dem Mittelpunkte beider Fernröhre zugleich erscheinen können, (wie das mit dem Telegraphen selbst der Fall war,) so musste man von der gewöhnlichen Art, mit dem Repetitions-Kreise zu messen, abweichen. Das obere Fernrohr wurde auf Null gestellt, und dann genau auf das Bild im Prisma, das untere dagegen auf den Telegraphen, gerichtet. Man löstete darauf die Schraube, welche das obere Fernrohr andrückte, verschob dieses längs des Limbus, und richtete es ebenfalls auf den Telegraphen, so dass dieser nun im Mittelpunkte beider Fernröhre zugleich erschien; der Vernier des obern Fernrohrs zeigte alsdann den einfachen Winkel OCP oder $180^\circ - \psi$. Darauf wurde der ganze Kreis, ohne dass man die Schrauben der Fernröhre löstete, zurück gedreht, bis das zurück geworfene Bild wieder in der Achse des obern Fernrohrs erschien, welches geschehen musste, da hierbei die Ebene des Kreises

sich nicht änderte. Lüftete man nun die Schraube des untern Fernrohrs und führte es längs des Limbus fort, bis der Telegraph wieder darin erschien, so war alles wie zu Anfang der vorigen Messung; und verfuhr man wieder wie zuvor, so hatte man eine zweite Messung des Winkels OCP ; also, vom Nullpunkte an gerechnet, den doppelten Winkel. So fuhr man fort, diesen Winkel zu vervielfältigen, bis man die äußerste Genauigkeit erlangt hatte. Gerade so verfährt man an der andern Seite des Prisma, um den Winkel ψ' zu messen.

Um den Winkel ϕ zu finden, welchen die beiden Ebenen mit einander machten, in denen sich der Kreis in seinen beiden Lagen C und C' befand, wurden, in beiden Lagen, auf den senkrechten Wänden des Saals mehrere Punkte bemerkt, welche in der verlängerten Achse des obern Fernrohrs lagen, wenn man dieses Fernrohr auf dem Limbus, bei unveränderter Lage des Kreises, umher führte. Durch ein Bleiloth bestimmte man alsdann sorgfältig die Projection dieser Punkte auf dem Fußboden, den man als horizontal annahm, zog von diesen Projectionen Perpendikel auf die am Fußboden gezogene Mittagslinie, und maß für jeden Punkt die drei auf einander senkrecht stehenden Coordinaten, welche auf diese Art die Lage desselben bestimmten. Mit großer Sorgfalt wurde die Lage des Mittelpunkts des Kreises, als er in C und in C' stand, auf ähnliche Art durch 3 Coordinaten bestimmt; und dieses diente, die erstern Bestimmungen zu prüfen,

da die Mittelpunkte in den beiden Ebenen, welche durch die an der Wand bezeichneten Punkte gingen, liegen mußten; eine Bedingung, die sich alle Mal so genau erfüllt fand, daß der Fehler nie über $0^m,0005$ stieg. Aus der bekannten Lage der Ebenen liefs sich nun ihr Neigungswinkel ϕ mit der größten Genauigkeit herleiten; und da mehr nichts als dieses erforderlich ist, um die Beobachtungen auf die Ebene des Brechungswinkels des Prisma zu reduciren, so sieht man, daß dieser Winkel auf dem hier eingeschlagenen Wege mit einer Genauigkeit gefunden wurde, die nichts zu wünschen übrig liefs.

Was die Formeln betrifft, die den Winkel ϕ gaben, so sind sie äußerst einfach. Die allgemeine Form der Gleichung einer Ebene, vermittelt dreier auf einander senkrecht stehender Coordinaten x, y, z ist:

$$z = Ax + By + D.$$

Soll die Ebene durch drei Punkte gehen, deren senkrechte Coordinaten sind x', y', z' ; x'', y'', z'' ; x''', y''', z''' ; so hat man

$$z' = Ax' + By' + D$$

$$z'' = Ax'' + By'' + D$$

$$z''' = Ax''' + By''' + D$$

Und schafft man hier, auf dem bekannten Wege, erst D , dann A oder B heraus, so erhält man

$$B = \frac{(z' - z'') \cdot (x' - x''') - (z' - z''') \cdot (x' - x'')}{(y' - y'') \cdot (x' - x''') - (y' - y''') \cdot (x' - x'')}$$

$$A = \frac{(z' - z'') \cdot (y' - y''') - (z' - z''') \cdot (y' - y'')}{(x' - x'') \cdot (y' - y''') - (x' - x''') \cdot (y' - y'')}$$

Auf

Auf ähnliche Weise findet man B' und A' , und dann

$$\text{ist col. } \varphi = \frac{1 + A A' + B B'}{\sqrt{(1 + A^2 + B^2)} \cdot \sqrt{(1 + A'^2 + B'^2)}}.$$

Hier die Beobachtungen. Am 15ten Januar 1806 wurde der Winkel $OC P$ 8 Mal und unmittelbar darauf, (um allen Veränderungen in der atmosphärischen Strahlenbrechung auszuweichen,) der Winkel $OC' P'$ 11 Mal genommen. Der Gang beider Beobachtungsreihen war sehr genügend. Daraus fand sich $\psi = 32^\circ 16' 36''$; $\psi' = 41^\circ 35' 0''$, und folglich $\frac{\psi + \psi'}{2} = 36^\circ 55' 48''$. Die Maafse, welche an demselben Tage genommen wurden, um den Winkel φ zu finden, gaben $\varphi = 174^\circ 4' 2''$. Diese Werthe in die Formel für den Winkel V , den die beiden Normalen mit einander machten, gesetzt, gaben $V = 36^\circ 53' 21''$, und also den *brechenden Winkel* der beiden Glasebenen $= 143^\circ 6' 39''$.

Die Correction wegen der Nicht-Coincidenz der Ebenen des Kreises in beiden Lagen betrug in diesem Falle also nur $2' 27''$, und bei der Genauigkeit der Methode, durch welche die Neigung beider Ebenen bestimmt worden war, liefs sich nicht zweifeln, dafs diese Correction sehr genau sey. Um dieses indess ausser allem Streit zu setzen, wurde der Brechungswinkel noch ein Mal am 23ten Januar, bei veränderter Lage des Prisma bestimmt. Zehn Beobachtungen gaben den Winkel $\psi = 31^\circ 53' 16''$; und zehn folgende Beobachtungen den Winkel $\psi' = 41^\circ 52' 15''$; woraus folgt $\frac{\psi + \psi'}{2}$

$= 36^{\circ} 52' 45''$. Die ferner genommenen Maafse gaben den Winkel $\varphi = 178^{\circ} 28' 15''$; man war also so glücklich gewesen, den Kreis in C' so zu stellen, daß die Ebene desselben fast ganz mit der Ebene zusammen fiel, in der er sich in der ersten Lage C befunden hatte. Daraus findet man $V = 36^{\circ} 52' 32''$ und den *brechenden Winkel des Prisma* $= 143^{\circ} 7' 28''$.

Dieses Resultat weicht von dem vorigen nur um $49''$ ab, und man wird aus den folgenden Formeln sehen, daß bei einem so großen brechenden Winkel selbst ein Unterschied von $1'$ auf die Bestimmung des Brechungsvermögens der Luft noch keinen merkba- ren Einfluß hat. Da beim letzten Resultate die ganze Correction überhaupt nur $13''$ beträgt, so kann ihre Abweichung von der Wahrheit nur äußerst geringe seyn; und so wohl aus diesem Grunde, als wegen der mehrern Vorichtsmaafsregeln, die bei dieser Bestimmung genommen wurden, verdient sie vor der erstern den Vorzug. Es bedarf kaum bemerkt zu werden, daß das hier gebrauchte Verfahren den brechenden Winkel unendlich genauer giebt, als es jedes mechanische Verfahren zu thun vermag. Erst nachdem man mehrere dieser letzten versucht, und sich von der Unvollkommenheit derselben überzeugt hatte, kam man auf die hier beschriebene Methode.

„Dieses Verfahren“, fügt Herr Biot hinzu, „bleibt selbst auch dann noch anwendbar, wenn selbst die beiden brechenden Ebenen des Prisma einen sehr spitzen Winkel mit einander machen; nur daß man dann nicht die Schneide, sondern eine der bre-

chenden Ebenen des Prisma dem Gegenstande, der als Merkzeichen dient, zuwenden, und das Bild beobachten muß, das von der innern Fläche des hintern Glases zurück geworfen wird. Von diesem Bilde gehn noch Strahlen genug durch das vordere Glas hindurch, daß es sich zugleich mit dem Bilde von dem vordern Glase wahrnehmen läßt: die Hälfte des Winkels, unter dem beide Bilder erscheinen, ist, falls der Gegenstand sehr weit abliegt, gleich dem brechenden Winkel. Hierbei muß man aber sorgfältig darauf sehen, daß der Gegenstand, die beiden Bilder und der Mittelpunkt des Kreises in derselben Ebene liegen, denn nur in diesem Falle kann man gewiß seyn, daß die Beobachtung in der Ebene des Brechungswinkels vor sich geht. Wir haben uns dieses Verfahrens bedient, um den brechenden Winkel eines Prisma zu finden, das uns gedient hat, das Brechungsvermögen der tropfbarren Flüssigkeiten zu beobachten, und dem man einen sehr spitzigen Winkel gegeben hatte, damit die Schicht der Flüssigkeit nicht so dick werden möchte, durch Farbenzerstreuung die Gestalt der Gegenstände zu verändern. Der brechende Winkel dieses Prisma betrug $2^{\circ} 16' 37''$, und es reichte hin, ihn 5 Mal zu vervielfältigen, um ihn mit dem Repetitionskreise mit aller zu erwünschenden Genauigkeit zu erhalten. Die Beobachtung wird in diesem Falle ungefähr so wie mit einem Sextanten angestellt; doch kann man bloß durch Vervielfältigung vom Werthe des Winkels sicher werden.“

II. *Formeln, um das Brechungsvermögen der luftförmigen Flüssigkeiten aus den Beobachtungen durch das Prisma zu finden. *)*

Die beiden Glasplatten des Prisma sind mit so großer Sorgfalt gearbeitet, daß die beiden ebenen Oberflächen einer jeden nur höchst wenig vom Parallelismus abweichen. *Elles ont été coupées parallèlement dans un même morceau de verre travaillé*, weshalb die sehr kleine Neigung ihrer Oberflächen, die höchstens noch vorhanden war, sehr nahe in beiden gleich seyn, und nach ihrer Länge Statt finden mußte. War dieses aber der Fall, so bildete das Prisma eigentlich drei Prismen, deren brechende Winkel alle drei in Einer Ebene lagen: zwei aus Glas, mit sehr kleinen brechenden Winkeln, die wir mit ϵ , ϵ' bezeichnen wollen, und eins, das luftleer war oder aus einer Gasart bestand, und einen sehr großen brechenden Winkel a hatte. Daß in der That die brechenden Winkel dieser Prismen sich alle drei in Einer Ebene befanden, wurde auch

*) Das, was unter dieser Ueberschrift folgt, ist im Ganzen zwar der Vortrag des Verfassers in seiner zweiten Note; im Einzelnen bin ich aber fast durchgehends von ihm ziemlich weit abgewichen; ich schmeichle mir, manche Schwierigkeit und Dunkelheit weggeräumt zu haben, und hoffe, daß man bei einer Vergleichung finden wird, daß die Darstellung hier an Kürze und Klarheit gewonnen hat.

durch Beobachtungen direct bestätigt. War nämlich das Prisma voll atmosphärischer Luft, so daß die beiden Glasprismen allein die Brechung bewirkten, und richtete man das Fernrohr des Vervielfältigungskreises durch dasselbe auf die Sternwarte, so blieb der horizontale Faden des Fernrohrs, der sich horizontal auf die Sternwarte projecirte, immerfort scheinbar horizontal, wenn man das Prisma auch rund herum in der Horizontalebene drehte; der Faden wurde dadurch nach vertikaler Richtung gar nicht verrückt. Wenn man alsdann das Prisma luftleer pumpte, wodurch eine bedeutende Brechung entstand, welche die Wirkung des grossen innern Prisma war, so geschah die Ablenkung immer noch auf dieselbe Art, ganz nach horizontaler Richtung, und der horizontale Faden des Fernrohrs deckte immer noch dieselbe Horizontalinie an der Sternwarte, wie zuvor, als das Prisma voll Luft war. — Dieses beweist zur Genüge, daß alle drei Prismen den Lichtstrahl in derselben Ebene ablenkten.

Den Weg, den ein Lichtstrahl, unter dieser Voraussetzung, durch das Prisma nimmt, sieht man in Fig. 3 und 4 auf Tafel II abgebildet. Fig. 3 stellt den Fall vor, wenn das Gas im Prisma den Strahl schwächer bricht, als die atmosphärische Luft; Fig. 4 den Fall, wenn das brechende Mittel, welches das innere Prisma bildet, die atmosphärische Luft an Brechungsvermögen übertrifft. Im ersten Falle geschieht die Ablenkung nach dem brechenden Winkel

Shinwärts, im zweiten von dem brechenden Winkel S abwärts.

Es bedeute m das Brechungsverhältniß aus der atmosphärischen Luft in Glas, das heisst: wenn der Strahl aus der atmosphärischen Luft in Glas geht, so verhalte sich der Sinus des Einfallswinkels, zu dem des Brechungswinkels, wie $1 : m$; und umgekehrt, beim Uebergange aus Glas in atmosphärische Luft, wie $m : 1$, oder wie $1 : \frac{1}{m}$. Der Werth von m hängt von der Natur des Glases und von der Dichtigkeit der äussern Luft ab. Das Glas blieb in allen diesen Versuchen dasselbe, und das vordere und hintere waren aus demselben Stücke geschnitten, und also von einerlei Art; die atmosphärische Luft ist im Vergleiche des Glases so ausserordentlich dünn, daß ihr Einfluß auf den Werth von m überhaupt nur geringe, und daß die kleinen meteorologischen Verschiedenheiten in ihrer Dichtigkeit darauf ganz unmerkbar sind. Aus diesem Grunde ist m in allen diesen Versuchen eine beständige Grösse.

Das Brechungsverhältniß aus dem leeren Raume, oder aus einer Gasart in Glas von derselben Natur, ist zwar nur wenig, aber doch etwas von dem aus der atmosphärischen Luft in das Glas verschieden. Bezeichnet man es daher mit $1 : m (1 - \omega)$, so ist ω nur ein sehr kleiner Bruch, dessen höhere Potenzen so unbedeutend werden, daß sie sehr bald nicht mehr in Betracht kommen. Diese Annahme setzt voraus, daß das Mittel im Prisma schwächer als die atmosphärische Luft das Licht breche; denn würden beide

durch ein Glas mit parallelen Oberflächen getrennt, so würde der Sinus des Einfallswinkels aus der atmosphärischen Luft, zum Sinus des Brechungswinkels im Gas sich verhalten, wie $1 : m \cdot \frac{1}{m(1-\omega)}$; der Strahl im letztern also vom Perpendikel abgelenkt werden. Im Falle das Gas im innern Prisma ein stärkeres Brechungsvermögen als die äußere Luft hat, (z. B. wenn das Prisma mit Ammoniakgas, mit kohlenfaurem Gas oder mit salzsaurem Gas gefüllt ist,) so wird ω negativ, ein Fall, den Fig. 4 darstellt; und ist beider Brechungsvermögen gleich, so wird $\omega = 0$, und der Strahl wird durch das innere Prisma allein gar nicht abgelenkt.

Es sey ferner A der Winkel, welchen ein Strahl MF , (Fig. 3,) der durch das Prisma hindurch geht, mit der vordern Glasfläche macht, und zwar werde für ihn, und für alle einfallende Strahlen der vom brechenden Winkel des Prisma abgekehrte Winkel genommen. Endlich mögen A' , A'' , A''' , A'''' der Reihe nach die Winkel bedeuten, welche der Strahl nach jeder der vier Brechungen, die er erleidet, mit den hintern Flächen der Glasebenen macht; und zwar ist dafür immer der Winkel zu nehmen, der auf der andern Seite des Strahls, also dem brechenden Winkel zugekehrt liegt. Dann sind folgendes die

brech. Fläch.	Winkel, unter denen der Strahl auffällt	ausgeht
1te A	$= MFL$	$A' = SEF$
2te $A' + \epsilon' = FFL$	$= SEF + FSE$	$A'' = SEF$
3te $A'' + \alpha = FFFL$	$= SEF + FFFS$	$A''' = SEF$
4te $A''' + \epsilon' = FFFFL$	$= SEF + FFFS + FFFS$	$A'''' = SEF$

Ein Strahl, wie $MD'D''D'''D''''O$, der in seiner anfänglichen Richtung, (MD' parallel MF' ;) ganz ungebrochen durch das Prisma hindurch ginge, würde sich von den vier Glasflächen der Reihe nach unter folgenden Winkeln entfernen:

$$SD'D'' ; SD''D''' ; SD'''D'''' ; SD''''O \\ A ; A + \varepsilon ; A + \varepsilon + \alpha ; A + \varepsilon + \alpha + \varepsilon'$$

Die *Ablenkung*, welche der Strahl durch alle Brechungen im Prisma leidet, ist folglich

$$D''''OF'''' = SD''''O - SF''''O = A + \alpha + \varepsilon + \varepsilon' - A''''.$$

Im Fall das Gas im Prisma die Strahlen stärker ablenkt als die äußere Luft, ist diese Ablenkung *negativ*, wie in Fig. 4. „Wenn man daher“, bemerkt Herr Biot, „das Zeichen dieser GröÙe beachtet, so kann man entübrigt seyn, vorläufig auszumachen, ob ω positiv oder negativ sey; das Umgekehrte gilt für diese GröÙe, wenn man weiß, ob ω positiv oder negativ ist. Beide sind es immer zugleich.“

Da die eigentlichen Einfalls- und Ausfallswinkel des Strahls, (d. h., die, deren Sinus in einem constanten Verhältnisse stehn,) die Winkel sind, welche die Strahlen mit dem Einfallslothe auf den brechenden Flächen machen, so erhält man folgende Gleichungen:

$$1^{\text{ste}} \text{ Brech. aus d. äufs. Luft in Glas; Einfallswinkel} = 90^\circ - A, \\ \text{col. } A ; \text{col. } A' = 1 : m \text{ oder } \text{col. } A' = m \cdot \text{col. } A$$

$$2^{\text{te}} \text{ Brech. aus Glas in d. Gas; Einfallswinkel} = 90^\circ - (A' + \varepsilon) \\ \text{col. } (A' + \varepsilon) ; \text{col. } A'' = m (1 - \omega) : 1 \text{ oder}$$

$$\text{col. } A'' = \frac{1}{m (1 - \omega)} \text{col. } (A' + \varepsilon)$$

3te Brech. aus dem Gas in Glas; Einfallswinkel $90^\circ - (A'' + \omega)$
 $\text{cof. } (A'' + \omega) : \text{cof. } A''' = 1 : m (1 - \omega)$ oder
 $\text{cof. } A''' = m (1 - \omega) \text{ cof. } (A'' + \omega)$

4te Brech. a. Glas in äufs. Luft; Einfallswinkel $90^\circ - (A''' + \varepsilon')$
 $\text{cof. } (A''' + \varepsilon') : \text{cof. } A'''' = m : 1$ oder
 $\text{cof. } A'''' = m \cdot \text{cof. } (A''' + \varepsilon')$

Es kam nun darauf an, den letzten Brechungswinkel A'''' durch eine Function des ersten Einfallswinkels A zu finden. Die Winkel ε und ε' sind ausserordentlich klein, und auch die Gröfse ω ist sehr unbedeutend, da das Gas im innern Prisma den Strahl nur sehr wenig ablenkt. Hierauf beruht die Befugnifs, A'''' in Beziehung auf diese Gröfsen ε , ε' , ω , vermittelt des erweiterten Taylor'schen Lehrsatzes, in eine Reihe von folgender Form zu entwickeln:

$$\begin{aligned} A'''' = (A''''') + & \left[\omega \left(\frac{d A'''''}{d \omega} \right) + \varepsilon \left(\frac{d A'''''}{d \varepsilon} \right) + \varepsilon' \left(\frac{d A'''''}{d \varepsilon'} \right) \right] \\ & + \frac{1}{1.2} \left[\omega^2 \left(\frac{d^2 A'''''}{d \omega^2} \right) + \varepsilon^2 \left(\frac{d^2 A'''''}{d \varepsilon^2} \right) + \varepsilon'^2 \left(\frac{d^2 A'''''}{d \varepsilon'^2} \right) \right] \\ & + 2 \omega \varepsilon \cdot \left(\frac{d^2 A'''''}{d \omega \cdot d \varepsilon} \right) + 2 \omega \varepsilon' \left(\frac{d^2 A'''''}{d \omega \cdot d \varepsilon'} \right) + 2 \varepsilon \varepsilon' \left(\frac{d^2 A'''''}{d \varepsilon \cdot d \varepsilon'} \right) \\ & + \text{etc.} \end{aligned}$$

wo die in den runden Parenthesen eingeschlossenen Zeichen diejenigen Werthe von A'''' und dessen Differential-Coefficienten bedeuten, welche man erhält, wenn man nach den Differentiationen in ihnen ω , ε und ε' null setzt.

Da die Gröfsen ε und ε' ausnehmend klein sind, und zusammen genommen nur Ablenkungen von 15 bis 20 Secunden bewirken, so bedarf man hier nur der beiden ersten Glieder dieser Reihe, und

höchstens noch aus dem dritten Gliede des Theils, worin ω^2 vorkömmt. Dieser Theil ist zum mindesten zwanzig Mal gröfser, als jeder der andern Theile dieses Gliedes, und doch selbst so klein, dafs man ihn sehr gut ganz vernachlässigen könnte. Die Entwicklung giebt:

$$A''' = A + a + \omega \left(\frac{1}{\operatorname{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\operatorname{tg.} A} \right) + \varepsilon \frac{\sqrt{(1-m^2 \cdot \operatorname{cof.}^2 A)}}{m \cdot \sin. A} \\ + \varepsilon' \frac{\sqrt{(1-m^2 \cdot \operatorname{cof.}^2 (A+a))}}{m \cdot \sin. (A+a)} \\ - \frac{\omega^2}{1 \cdot 2} \left\{ \frac{1}{\operatorname{tg.}(A+a)} \cdot \left(\frac{1}{\operatorname{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\operatorname{tg.} A} \right)^2 \right. \\ \left. - \frac{1}{\operatorname{tg.}^2 A} \cdot \left(\frac{1}{\operatorname{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\operatorname{tg.} A} \right) \right\}.$$

„Wenn der Lichtstrahl“, bemerkt Herr Biot, „genau durch die Achse des Prisma geht, *) so hat man: $A = 90^\circ - \frac{a}{2}$; also $A + a = 90^\circ + \frac{a}{2}$

und folglich $\sin. (A+a) = \sin. A = \operatorname{cof.} \frac{a}{2}$;

$\operatorname{cof.} (A+a) = -\operatorname{cof.} A = -\sin. \frac{a}{2}$; und endlich

$$\operatorname{tg.} (A+a) = -\frac{1}{\operatorname{tg.} \frac{a}{2}},$$

*) Unter Achse des Prisma kann Herr Biot hier nichts anderes verstehen, als die Achse der sehr engen Röhre, aus der sein Prisma bestand. Waren die beiden Gläser an den Enden der Röhre so aufge kittet, dafs ihre Durchschnitte mit derjenigen brechenden Ebene des Prisma, welche durch die Achse der Röhre geht, gleiche Winkel mit dieser Achse machten, so mufste ein Strahl, der in der Richtung der Achse einfiel, mit der vordern Glas-

und der vorige Werth verwandelt sich in folgenden:

$$A''' = A + a - 2 \omega \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2} + \frac{(\varepsilon + \varepsilon') \cdot \sqrt{\left(1 - m^2 \cdot \sin^2 \frac{a}{2}\right)}}{m \cdot \cos \frac{a}{2}} + a^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{a}{2} \quad (I.)$$

„Wir haben uns bemüht,“ fährt Herr Biot fort, „das Prisma und den Vervielfältigungskreis so zu stellen, daß diese Bedingung jedes Mal erfüllt wurde: nämlich so, daß 1. die Ebene des Kreises mit der Ebene des brechenden Winkels zusammen fiel, und daß 2. die Knotenlinie dieser Ebene auf dem Horizonte, auf dem Gesichtsstrahl, der nach dem Abzeichen ging, senkrecht stand. Daß wir diese Lage wirklich erhalten hätten, davon überzeugten wir uns dadurch, daß der horizontale Faden des auf den Nullpunkt gestellten Fernrohrs, wenn man durch das luftleere Prisma oder durch das Prisma voll Luft visirte, nicht nach senkrechter Richtung abgelenkt, sondern gleichmäßig zu beiden Seiten des Abzeichens verrückt erschien, wenn man das Prisma sich um vier rechte Winkel drehen ließ, (*mais variait également des deux côtés de la mire lorsque l'on faisoit tourner le*

fläche einen Winkel A machen, der $90^\circ - \frac{a}{2}$ betrug. Nach der Brechung wich dann zwar dieser Strahl um die halbe beobachtete Ablenkung von der Achse der Röhre ab; daß dieses indess für die Resultate der Rechnung auf dasselbe hinaus kommt, als sey der Strahl durch die Achse selbst gegangen, zeigt die folgende Anmerkung. Gilb.

prisme de quatre angles droits.) Wir haben zugleich das Abzeichen so bestimmt, daß die größtmögliche Helligkeit beim Sehen Statt fand; und da unser Prisma sehr lang und sehr enge ist, so kann kein Zweifel seyn, daß wir dann sehr nahe die Richtung durch die Achse des Prisma haben mußten. Doch haben wir ein noch sichereres und mehr directes Mittel gehabt, uns hiervon zu überzeugen. Die Lage, in der der Kreis und das Prisma bei allen unsern Beobachtungen sich unverändert befanden, war von der Art, daß, wenn man das Prisma höchst wenig drehte, oder nicht völlig bis auf die Verificationspunkte zurück führte, auf welche zwei Bleiloths, die an den Enden des Prisma angebracht sind, einspielten, man keine Veränderung in der Ablenkung des Abzeichens, worauf visirt wird, gewahr wurde, [übrigens mag man das Prisma, so oft man will, herum drehen, führt man es nur wieder bis zum Einspielen der Bleiloths zurück, so findet sich das Abzeichen immer wieder unter dem Faden.] Es ist das Eigenthümliche dieser Lage, daß ein kleines Drehen des Prisma hier so wenig Einfluß äußert, und dieses beruht darauf, daß, wenn man sich denkt, A variire um eine sehr kleine Gröfse, die Glieder von $\delta A'''$, welche mit ω multiplicirt sind, sich aufheben und verschwinden, wie sich das leicht aus dem obigen Ausdruck für A''' findet. Ihm zu Folge wird $\delta A''' = \delta A + \omega \delta A$.

$\left[-\frac{1}{\sin.^2(A+a)} + \frac{1}{\sin.^2 A} \right] + \text{u. s. w.},$ und der Coef-

ficient dieses Gliedes wird für $A = 90^\circ - \frac{a}{2}$ gleich null. Nach dieser angewendeten Vorsicht können wir uns daher der Gleichung (I) zur Berechnung aller unserer Brechungsversuche bedienen.“ *)

*) Wenn man aus der obigen Grundformel für A''' , welche für jede Lage des Prisma gilt, durch Differentiation den Werth einer sehr kleinen Veränderung, $\delta A'''$, ableitet, so erhält man zwar allerdings für ω einen Coefficienten, welcher null wird, wenn man in ihm $A = 90^\circ - \frac{a}{2}$ setzt; dieses findet aber weder mit dem Coefficienten von ω^2 Statt, noch mit den Gliedern, welche von ε u. ε' abhängen, wenn man $\varepsilon = \varepsilon'$ setzt. Es wird dann also $\delta A''' = \delta A$ nur in so fern, als diese letztern Gröfsen so klein sind, dafs sie dann nicht mehr in Betracht kommen, und nur unter dieser Voraussetzung ist die Behauptung des Hrn. Biot zulässig. Da nämlich die Winkel A und A''' zu entgegen gesetzten Seiten des Strahls liegen, jener vom brechenden Winkel abwärts, dieser nach demselben hinwärts, so bleibt dann bei der angegebenen Lage des Prisma, d. h., wenn der einfallende Strahl mit der vordern Seite einen Winkel $A = 90^\circ - \frac{a}{2}$ macht, der Ort des Punktes bei einem höchst geringen Drehen des Prisma unverändert. In aller Schärfe genommen, verhält sich die Sache folgender Maassen.

Hat ein einfaches Prisma aus Glas, dessen brechender Winkel B sey, eine solche Lage, dafs der scheinbare Ort eines Punktes, den man durch dasselbe sieht, sich nicht verändert, indem man das Prisma in der Ebene des brechenden Winkels ein wenig dreht, so finden folgende drei Dinge Statt:

Wenn man in der Gleichung (I) die Theile, worin ω vorkommt, mit R bezeichnet, also

$$R = 2 \omega \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \omega^2 \cdot \operatorname{tg}^3 \frac{\alpha}{2} \quad (\text{II})$$

setzt, so wird sie zu folgender:

$$A'''' = A + a - R + \frac{(\epsilon + \epsilon') \sqrt{(1 - m^2 \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2})}}{m \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}$$

und daraus ergibt sich

1. Der einfallende Strahl macht mit der vordern und der ausgehende Strahl mit der hintern Glasfläche einerlei Winkel, wenn man nämlich die Winkel nimmt, welche vom brechenden Winkel des Prisma beide abwärts, oder beide demselben zuwärts liegen. (Man vergl. Priestley's *Geschichte der Optik*, überf. von Klügel, Th. 1, S. 192.) 2. Es kommt dann, (nicht diesen beiden Winkeln, sondern) den Winkeln, welche der Strahl, nachdem er die erste Brechung erlitten hat, mit der vordern und mit der hintern Glasfläche im Innern des Prisma macht, die Gröfse $R + \frac{B}{2}$ zu; sieht man daher von der sehr kleinen Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der beiden Gläser ab, (setzt $\epsilon = \epsilon' = 0$;) so ist in der erwähnten Lage des Prisma $A'' = F''F'''S = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$; nicht aber, wie Hr. Biot annimmt,

$A = 2R - A'''' = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$. Bezeichnet man die ganze Ablenkung, welche der Strahl in der angeführten Lage des Prisma leidet, mit α , so kommt davon auf jede der beiden brechenden Flächen die Hälfte, und es ist $A = A'' \pm \frac{\alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \pm \frac{\alpha}{2}$: das untere Zeichen gilt, wenn das Mittel im innern

$$R = A + a + (\varepsilon + \varepsilon') - A'''' - (\varepsilon + \varepsilon') \left(1 - \frac{\sqrt{(1 - m^2 \cdot \sin^2 \frac{a}{2})}}{m \cdot \cos \frac{a}{2}} \right) \quad (\text{III})$$

Den letzten Theil dieser Gröſſen will ich der Kürze halber mit $\mathfrak{N}$ bezeichnen:

$$(\varepsilon + \varepsilon') \left(1 - \frac{\sqrt{(1 - m^2 \cdot \sin^2 \frac{a}{2})}}{m \cdot \cos \frac{a}{2}} \right) = \mathfrak{N}$$

Prisma ſchwächer als die äußere Luft das Licht bricht, die Brechung alſo vom Perpendikel abwärts geſchieht; das obere im umgekehrten Falle. Alles dieſes findet Statt, wenn das Prisma eine ſolche Lage hat, daſs es ſich etwas drehen läſst, ohne daſs der ſcheinbare Ort des Gegenſtandes verrückt wird. Man überſieht daher leicht, daſs der Werth von A'''' , der für dieſen Fall gilt, etwas davon verſchieden ſeyn muſs, wie ihn Formel I giebt. Da uns hier zunächſt nur der Rechnungswerth der Glieder intereſſirt, welche von ω abhängen, und die Herr Biot mit R bezeichnet, indem die übrigen Glieder durch die Beobachtungen gegeben werden; ſo kömmt es uns hier nur auf die Cotangenten an. Es iſt dann aber $A = 90^\circ - \frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2}$; folglich $A + a = 90^\circ + \frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2}$; und alſo: $\frac{1}{\operatorname{tg.} A} = \operatorname{tg.} \left(\frac{a}{2} + \frac{\alpha}{2} \right)$ und $\operatorname{tg.} \frac{1}{A+a} = -\operatorname{tg.} \left(\frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2} \right)$. Man ſetze: $\operatorname{tg.} \left(\frac{a}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) = \operatorname{tg.} \frac{a}{2} - f$ und $\operatorname{tg.} \left(\frac{a}{2} + \frac{\alpha}{2} \right) = \operatorname{tg.} \frac{a}{2} + f + g$. Da der größte Werth von $\frac{\alpha}{2}$, der in dieſen Beobachtungen vorkömmt, nicht über $3'$ ſteigt, und $\frac{a}{2} = 71^\circ 33' 44''$ iſt; ſo fängt der größte Werth von f erſt in der dritten, der größte von

Wie wir oben, (S. 56,) gesehen haben, ist $A + a + \varepsilon + \varepsilon' - A''''$ die Ablenkung, welche ein Lichtstrahl durch alle Brechungen, (im Gas und in den beiden Gläsern,) von seinem geradlinigen Wege erleidet. Diese Ablenkung ist also gleich $R + \mathfrak{R}$. Nun aber hängt R lediglich von ω , nicht von ε und ε' ab, und umgekehrt $\mathfrak{R}$ bloß von diesen letztern Größen, nicht von ω ; und wenn man $\omega = 0$ setzt, (welches der Fall ist, wenn gemeine atmosph. Luft das innere Prisma füllt, und die ganze Brechung bloß auf die beiden kleinen Glasprismen kömmt,) so wird $R = 0$ und die ganze Ablenkung $= \mathfrak{R}$.
Offen-

g in der fünften und der größte Werth von ω in der vierten, von ω^2 in der achten Decimalstelle an. Wenn wir daher auch bis zur zehnten Decimalstelle herab gehn, so bleiben doch aus dem Factor von ω^2 alle Theile weg, worin f oder g enthalten sind. Die Theile, worin ω vorkömmt, werden zu folgenden $-\omega (2 \operatorname{tang.} \frac{a}{2} + g)$, und die, worin ω^2 vorkommen, zu diesen $+\omega^2 (\operatorname{tg.}^3 \frac{a}{2} + g \operatorname{tg.}^2 \frac{a}{2} + 2f^2 \operatorname{tg.} \frac{a}{2} + \dots)$, wofür wir also ohne wahrennehmenden Fehler setzen können $\omega^2 \operatorname{tg.}^3 \frac{a}{2}$. Dieses giebt folgenden Werth von $R = \omega (2 \operatorname{tg.} \frac{a}{2} + g) - \omega^2 \operatorname{tg.}^3 \frac{a}{2}$; und wenn wir diese Formel umkehren, $\omega = \frac{R}{2 \operatorname{tg.} \frac{a}{2} + g} - \frac{R^2}{8}$. Der wahre Werth

VON

Offenbar drückt also die GröÙe R den Theil der Ablenkung aus, welche ein Lichtstrahl wegen des Nicht-Parallelismus, der beiden Oberflächen der Glasplatten im Prisma leidet; oder R ist, mit andern Worten, die *Correction wegen des Nicht-Parallelismus der Glasebenen*. Und also ist R die *Ablenkung, corrigirt wegen des Mangels an Parallelismus in den Glasflächen*.

Die unmittelbare Beobachtung mit dem Vervielfältigungskreife giebt die ganze, nicht-corrigirte Ablenkung; nämlich den Winkel, welchen der nicht gebrochene Strahl, der direct in das untere Fernrohr kömmt, mit dem Strahle macht, der in das obere Fernrohr geht, nachdem er alle Bre-

von ω ist folglich etwas ($\Delta\omega$) kleiner, als Herr Biot ihn annimmt, (vergl. Formel IV) und zwar ist

$$\Delta\omega = \frac{\omega}{2 \operatorname{tg} \frac{a}{2}} \cdot g. \text{ Nun aber beträgt selbst im}$$

Fall des luftleeren Prisma die ganze corrigirte Ablenkung, oder R , nur $6' = 0,001745$ in Theilen des Halbmessers. Ferner ist $\operatorname{tg} \frac{a}{2} = 2,9999506332$,

und $g = 0,000046370$; also, in diesem Falle $\omega = 0,0000291233$, und daher der größte Werth von $\Delta\omega = 0,00000000022$. Man sieht hieraus, daß dieser Werth selbst da nicht mehr in Betrachtung kömmt, wo man bis auf das allerfeinste geht, und daß daher Herr Biot zu seiner Behauptung allerdings in so weit berechtigt war, als sie auf keinen noch wahrzunehmenden Fehler führt, wenn sie gleich nicht in aller Strenge wahr ist. *Gilb.*

chungen im Prisma, das voll Gas oder leer ist, erlitten hat. Jede beobachtete Ablenkung ist daher erst wegen des Mangels an Parallelismus in den Glasflächen zu corrigiren; dann erst giebt sie die Gröfse R . Dazu bedarf es weiter nichts, als dafs man die Gröfse R zu jeder beobachteten Ablenkung hinzu füge, oder von ihr abziehe; wie das Beobachtungen mit dem Prisma, wenn es voll atmosphärischer Luft ist, zugleich mit dem Zahlwerthe von R geben. „Um den Winkel R , und diese Ablenkung, welche vom Nicht-Parallelismus der Glasflächen herrührt, durch Beobachtungen zu finden, haben wir uns“, sagt Hr. Biot, „der Umkehrung des Prisma bedient. *) Die Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus der Glasflächen fand im Lichtstrahl nach derselben Seite hin Statt, nach welcher condensirte Luft, wenn das Prisma damit gefüllt ist, den Strahl ablenkt. Folglich haben wir sie der beobachteten Ablenkung des Lichtstrahls *zusetzen* müssen, wenn das Gas im Innern des Prisma den Lichtstrahl nach derselben Seite hin ablenkte, wie der leere Raum; im entgegengesetzten Falle mußte sie *abgezogen* werden. Endlich sieht man aus Fig. 3, dafs die so corrigirte Refraction R als *positiv* gebraucht werden muß, wenn sie nach derselben Seite hin Statt findet, als die im luftleeren Prisma;

*) Man vergleiche hierbei S. 40, wo Herr Biot ausdrücklich sagt, dafs bei jeder Beobachtung der Ablenkung auch der Fehler wegen des Nicht-Parallelismus bestimmt worden sey. *Gilb.*

dagegen, wie Fig. 4 zeigt, als *negativ*, wenn sie mit der in condensirter Luft nach einer Seite zu fällt.“*)

Aus R , wenn es auf diese Art bestimmt ist, läßt sich aus (II) vermittelst Umkehrung der Reihen, der jedesmahlige Werth von ω finden. Vernachlässigt man die höhern Potenzen, welche über die zweite hinaus schreiten, so erhält man

$$\omega = \frac{R}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8} \quad (\text{IV})$$

„Ist ω bekannt, so hat es“, sagt Herr Biot, „keine Schwierigkeit, zu berechnen, wie ein Lichtstrahl abgelenkt werden würde, wenn er *unmittelbar aus der äußern Luft in das Gas überginge*, womit das innere Prisma gefüllt ist. Es ist hierbei hinreichend, die beiden ebenen Oberflächen des Glases, welche sie von einander trennen, für völlig parallel zu nehmen, und also s gleich Null zu setzen. Dann ist $\cos A' = m \cdot \cos A$, und $\cos A'' = \frac{1}{m(1-\omega)} \cdot \cos A' = \frac{1}{1-\omega} \cdot \cos A$. Nimmt man statt der Winkel A und A'' , welche der einfallende und der gebrochene Strahl mit der Glasfläche machen, den *wahren Einfallswinkel* - und den *wahren Brechungswinkel*, welchen der Strahl vor und nach

*) Im ersten Falle ist $SF''''O = SD''''O - R$ oder $-O$, und diesen giebt der obige Werth von A'''' unmittelbar; im letztern ist $SF''''O = SD''''O + O$, hat also R das entgegen gesetzte Zeichen als in der Formel. Vergl. S. 56. Gilb.

der Brechung mit dem Einfallslothe macht, und bezeichnet diese mit ϑ und ϑ'' ; so ist $A = 90^\circ - \vartheta$ und $A'' = 90^\circ - \vartheta''$, und wir haben

$$\sin. \vartheta'' = \frac{1}{1-\omega} \sin. \vartheta, \text{ oder } \frac{\sin. \vartheta''}{\sin. \vartheta} = \frac{1}{1-\omega}.$$

Es ist also $1 - \omega : 1$ das *Brechungsverhältniß* aus Luft in Gas. Für je zwei brechende Mittel ist dieses Verhältniß der Sinus der Einfall- und Brechungswinkel constant, und zwar wird es durch das eigenthümliche Brechungsvermögen der beiden Mittel bestimmt.

Es mögen B, B' , (oder nach den Formeln des Herrn Laplace, in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 236, $\frac{4K}{n^2}, \frac{4K'}{n'^2}$), das *eigenthümliche Brechungsvermögen*, und ρ, ρ' die *Dichtigkeiten* des äußern und des innern brechenden Mittels, und P, P' die *Pouvoirs réfringens*, *) oder $B\rho, B'\rho'$ bedeuten; so ist nach der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 240,

*) Hr. Biot braucht in dieser Abhandlung den Ausdruck: *Pouvoir réfringent*, in zweierlei Sinn, wodurch die Klarheit der Einsicht häufig gestört wird. Um diesem auszuweichen, halte ich es für schicklich, *absolutes* und *specifisches Brechungsvermögen* von einander zu unterscheiden. Bei dem, was ich *specifisches Brechungsvermögen* der Körper nennen will, sieht man allein auf die Intensität, womit jedes Körpertheilchen auf das Licht wirkt; bei dem *absoluten Brechungsvermögen* wird dagegen zugleich auf die Menge der Körpertheilchen in einem gegebenen Raume, das ist, auf die Dich-

$$\frac{\sqrt{(1+P)}}{\sqrt{(1+P')}} = \frac{\sin. \vartheta''}{\sin. \vartheta} = \frac{1}{1-\omega}; *)$$

und folglich

$$(1+P) \cdot (1-\omega)^2 - 1 = P' \quad (V)$$

tigkeit, gefehn. Das erstere setzt Herr Laplace proportional $\frac{4K}{n^2}$; das letztere $\frac{4K}{n^2} \cdot \varrho$. Zwar hat Herr Laplace den Ausdruck: specifisches Brechungsvermögen, nicht, aber sein Vortrag führt darauf. Was Herr Biot hier mit P , dem Anfangsbuchstaben von *Pouvoir réfringent*, bezeichnet, ist also das absolute Brechungsvermögen, ist das, was Hr. Laplace an einigen Stellen, um Verwirrung zu vermeiden, *force réfringente* nennt, (vergl. voriges Heft, S. 403,) und was auch in Newton's *Optik* mit dem Namen: *brechende Kraft*, bezeichnet wird. An diesen Gebrauch der Wörter werde ich mich in dem Folgenden genau binden.

Gilb.

- *) Nach dem bekannten Newton'schen Satze, der sich durch eine leichte geometrisch-mechanische Construction erläutern läßt, (siehe z. B. Gren's *Naturlehre*, Aufl. 3, S. 457,) verhält sich, wenn ein Lichtstrahl aus dem leeren Raume in ein brechendes Mittel getreten ist, der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels *verkehrt* wie die Geschwindigkeit, die der Strahl hatte, ehe der brechende Körper auf ihn wirkte, zu dessen Geschwindigkeit im brechenden Körper, nachdem er die ganze Einwirkung der unmerklich dünnen Schicht an der Oberfläche erlitten hat. Ist daher die Geschwindigkeit im leeren Raume 1, die Geschwindigkeit im durchsichtigen Mittel c , und be-

Diese Formel lehrt uns die *brechende Kraft* oder das *absolute Brechungsvermögen* des Gas im innern Prisma kennen, wenn die brechende Kraft der äussern Luft bekannt ist. Es kömmt uns hier indeß darauf an, das absolute Brechungsvermögen des Gas für den Normalzustand, das ist, für 0° Wärme und 0^m,76 Druck, aus dem absoluten Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft im Normalzustande kennen zu lernen; und dieses führt noch zu folgenden Ueberlegungen.

Dass in jedem Gas die brechende Kraft sich genau im Verhältniß der Dichtigkeit des Gas verän-

deutet α den Einfallswinkel, β den Brechungswinkel, so ist $\sin. \beta : \sin. \alpha = 1 : c$; und folglich die Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit oder der lebenden Kraft des Lichtes, $c^2 - 1 = \left(\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta} \right)^2 - 1$.

Diese Zunahme ist das, was nach Newton, die *brechende Kraft* des Körpers charakterisirt. Sie verändert sich, wie die folgenden Versuche lehren, bei jedem elastisch - flüssigen Körper genau im Verhältnisse der Dichtigkeit; und Herr Laplace denkt sie sich in jedem durchsichtigen Körper als ein Produkt aus der Dichtigkeit desselben in einen constanten Coefficienten, der für die verschiedenen brechenden Mittel verschieden ist. Setzt man daher $\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta} = i$, so ist $i^2 - 1$ die *brechende Kraft* oder das *absolute Brechungsvermögen* des brechenden Mittels, P bei Herrn Biot, und $\frac{4K}{n^2} \cdot g$ bei Herrn Laplace; — und jener *constante Coefficient* ist pro-

dere, ist das einfachste Verhalten, das sich annehmen läßt; die Versuche, welche weiterhin folgen, beweisen, daß dieses Verhalten in der Natur wirklich Statt findet. Es mögen die Werthe von P , P' , welche sich auf die Dichtigkeiten der Luft ρ , und des Gas ρ' beziehen, wie sie im Augenblicke der Beobachtung waren, sich für die Dichtigkeiten (ρ) , (ρ') in die Werthe (P) , (P') verwandeln; so ist diesem Gesetze zu Folge

$$P = \frac{(\rho)}{(\rho)} \rho \quad \text{und} \quad P' = \frac{(\rho')}{(\rho')} \rho';$$

und setzt man diese Werthe in die obige Gleichung, so wird sie zu folgender:

portional $\frac{4K}{n^2}$, aus welchem Grunde diese letztere

Größe, oder $\frac{i^2 - 1}{\rho}$, sich für das *spec. Brechungsvermögen* des brechenden Mittels nehmen läßt. [Man

vergl. das vorige Heft, S. 365; Anm. Herr Laplace und Herr Biot nennen den Quotienten

$\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta}$ auf eine etwas ungewöhnliche Weise *le rap-*

port du sinus d'incidence au sinus de réfraction, welches in der Verdeutschung noch störender wird.]

Ist nun aber $\left(\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta}\right)^2 - 1 = P$, so ist auch $\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta}$

$= \sqrt{1 + P}$. Für ein anderes brechendes Mittel, in das der Strahl gleichfalls unter dem Winkel α

einfalle, ist eben so $\frac{\sin. \alpha}{\sin. \beta'} = \sqrt{1 + P'}$; folglich muß

$\frac{\sin. \beta'}{\sin. \beta} = \frac{\sqrt{1 + P}}{\sqrt{1 + P'}}$ seyn; und dieses ist die For-

mel, deren Herr Biot sich hier bedient. *Gillb.*

$$\frac{(P') \rho'}{(\rho)} = (1 - \omega)^2 \left[1 + \frac{(P) \rho}{(\rho)} \right] - 1 \quad (\text{VI})$$

oder

$$P' = \frac{(\rho')}{\rho'} \cdot \left\{ (1 - \omega)^2 \left[1 + \frac{(P) \rho}{(\rho)} \right] - 1 \right\}$$

Nun möge (ρ) die Dichtigkeit der äufsern Luft, und (ρ') die Dichtigkeit des Gas im Prisma, für den Normalzustand, (also auch (P) , (P') das absolute Brechungsvermögen dieser Mittel für den Normalzustand,) bedeuten, das heist, bei einer Barometerhöhe von 0^m,76 und einer Wärme von 0°.*) Ferner bedeute p die corrigirte Barometerhöhe in der äufsern Luft, p' die im Gas des Prisma, und t die Temperatur der äufsern Luft, t' die des Gas im Prisma zur Zeit der Beobachtung. Da die Dichtigkeit der Luft und aller Gasarten dem Drucke direct, und der Wärme, (oder dem durch die Wärme bestimmten Volumen einer Gasmasse,) verkehrt proportional ist, so haben wir alsdann

$$\frac{(\rho)}{\rho'} = \frac{0,76 \cdot (1 + t' \cdot 0,00375)}{p'} \quad \text{und} \quad \frac{\rho}{(\rho)} = \frac{p}{0,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}$$

Setzt man diese Werthe in die vorige Formel, so erhält man sie in einer Gestalt, wie sie unmittelbar zur Rechnung geschickt ist:

$$(P') = \frac{0,76 \cdot (1 + t' \cdot 0,00375)}{p'} \cdot \left\{ (1 - \omega)^2 \cdot \left[1 + \frac{(P) \cdot p}{0,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)} \right] - 1 \right\} \quad (\text{VII})$$

*) Von der Feuchtigkeit wird hierbei fürs erste abgesehn; weiterhin wird auch von ihr die Rede seyn.

wo (P) das absolute Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft und (P') das des Gas für 0° Wärme und $0^m,76$ Druck bedeuten. Verbindet man damit die Formel IV

$$w = \frac{R}{2 \cdot \operatorname{tg} \frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8},$$

so hat man alles, was nöthig ist, um die brechende Kraft der Gasarten aus den Beobachtungen am Prisma zu berechnen, voraus gesetzt, daß das absolute Brechungsvermögen der äußern Luft bekannt sey. R ist die beobachtete Ablenkung, corrigirt wegen des Fehlers des Nicht-Parallelismus. Man muß R

positiv nehmen, wenn $\frac{(P') \varrho'}{(\varrho)} < \frac{(P) \varrho}{(\varrho)}$ ist, das heißt, im Fall das brechende Mittel im Prisma ein kleineres Brechungsvermögen als die äußere Luft hat; dagegen *negativ*, wenn es stärker als die äußere Luft das Licht bricht. „Das ist“, sagt Herr Biot, „schon S. 66 bemerkt worden, und man kann sich davon auch sogleich *a posteriori* überzeugen, wenn man nur auf die erste Potenz von R sieht, indem (P') immer positiv seyn muß, da das Licht alle Mahl beschleunigt wird, wenn es aus dem leeren Raume in irgend einen durchsichtigen Körper übergeht.“

Das absolute Brechungsvermögen des brechenden Mittels im Prisma (P') läßt sich auch *unabhängig von der Correction des Nicht-Parallelismus* finden, wenn man Beobachtungen bei verschiedenen Dichtigkeiten des brechenden Mittels mit einander verbindet. Denn es folgt dann aus VI

$$(p'), \left[\frac{\epsilon'}{(\epsilon')} - \frac{\bar{\epsilon}'}{(\bar{\epsilon}')} \right] = \left[1 + \frac{(\epsilon') \epsilon}{(\epsilon)} \right] \cdot (1 - \omega)^2 \\ - \left[1 + \frac{(\bar{\epsilon}') \bar{\epsilon}}{(\bar{\epsilon})} \right] \cdot (1 - \bar{\omega})^2$$

wobei die Gröſſen aus der zweiten Beobachtung, (welche bei einer andern Dichtigkeit des Gas angeſtellt iſt,) mit horizontalen Strichen bezeichnet ſind. Werden die Beobachtungen in kurzer Zeit hinter einander gemacht, ſo daſs der Zuſtand der äußern Luft bei ihnen ſehr wenig oder gar nicht verſchieden iſt, ſo wird ϵ gleich $\bar{\epsilon}$, und das, was rechts vom Gleichheitszeichen ſteht, hat folgenden Werth:

$$\left[1 + \frac{(\epsilon') \epsilon}{(\epsilon)} \right] \cdot (\omega - \bar{\omega}) (2 - \omega + \bar{\omega}). \text{ Nun aber iſt}$$

der Werth $\omega - \bar{\omega}$ unabhängig von dem Fehler des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläſer; denn wenn man auf die höhern Potenzen von R nicht ſieht, welche nicht mehr merklich ſind,

$$\text{iſt } \omega - \bar{\omega} = \frac{R - \bar{R}}{2 \lg \frac{a}{2}}. \text{ Ferner kann man in den Gliedern}$$

zweiter Ordnung, [welche Potenzen oder Produkte von ϵ , ϵ' , ω enthalten,] die Abweichung wegen des Nicht-Parallelismus ohne merkbaren Fehler vernachläſſigen, (S. 57;). wenigſtens iſt es vollkommen hinreichend, daſſur den Werth zu nehmen, welchen die Beobachtungen gewöhnlich zu geben pflegen. Berechnet man daher [aus VI] die bei-

den Ausdrücke $\frac{(\epsilon') \epsilon'}{(\epsilon')}$ und $\frac{(\bar{\epsilon}') \bar{\epsilon}'}{(\bar{\epsilon}')}$ mit einer ſolchen Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus, oder

auch ganz ohne auf dieselbe, [in der Bestimmung von R ,] zu sehen, und setzt diese Gröſſen A und $\bar{A}$, so wird der Werth

$$(P') = \frac{A - \bar{A}}{\frac{e'}{(e')} - \frac{e'}{(e')}} \quad (\text{VIII})$$

ganz unabhängig seyn vom Fehler des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläser. Dieses setzt indess voraus, daß die Ablenkung, welche die Gläser bewirken, sich in der Zeit zwischen den beiden Beobachtungen nicht verändere; und dies gilt für Beobachtungen desselben Gas, in Zeitpunkten und bei Zuständen der äufsern Luft, die nur wenig verschieden sind. Man muß darauf sehen, daß bei beiden Beobachtungen die Dichtigkeiten des Gas im Prisma e' und $\bar{e}'$, oder der Druck, der denselben entspricht, nicht allzu wenig von einander verschieden sind. Denn es würden alsdann die Fehler der Beobachtung allzu sehr vergrößert werden, da der Werth von (P') unendlich wird, wenn beide gleich werden. Aus einem ähnlichen Grunde muß man auch keine der beiden Dichtigkeiten allzu klein nehmen, man könnte sonst bei der Bestimmung des absoluten Brechungsvermögens in einen bedeutenden Irrthum fallen.

Das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft wird bei allen diesen Rechnungen als bekannt voraus gesetzt. Zur Bestimmung desselben dienen die Versuche mit dem Prisma, wenn man es möglichst luftleer gepumpt hat. Die übrig bleibende

Luft im Prisma hat nur noch eine sehr geringe Spannung, so dafs für sie die Gröfsen ϱ' und p' ausnehmend klein sind. Ferner läfst sich ohne Fehler annehmen, dafs die Temperatur der höchst verdünnten Luft, die noch im Prisma bleibt, dieselbe sey, als die Temperatur der äufsern Luft, oder dafs für diese Versuche $t = t'$ ist. Endlich ist in diesem Falle $(P') = (P)$ und $(\varrho') = (\varrho)$; das heifst, das brechende Mittel im Prisma, (die sehr verdünnte Luft,) und die äufsere Luft, haben für den Normalzustand, (bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck,) beide einerlei Brechungsvermögen, und einerlei Dichtigkeit. Dieses voraus gesetzt, verwandelt sich in diesem Falle die Formel VI in folgende:

$$\frac{(P)}{(\varrho')} = (1 - \omega)^2 \cdot \left[1 + \frac{(P)}{(\varrho)} \right] - 1$$

woraus folgt

$$(P) = \frac{2\omega - \omega^2}{\frac{\varrho - \varrho'}{(\varrho)} - \frac{\varrho}{(\varrho)} \cdot (2\omega - \omega^2)}$$

Das Quadrat von ω im Nenner hat erst auf den Theil des Quotienten, wenn man ihn entwickelt, Einflufs, worin ω^3 vorkömmt, kann also hier fortgelassen werden. Auch ist das Produkt von ω in ϱ' von keinem merklichen Einflufs, da ϱ' ausnehmend klein ist. Daher läfst sich statt dieser Formel folgende nehmen:

$$(P) = \frac{2\omega - \omega^2}{\frac{\varrho - \varrho'}{(\varrho)} \cdot (1 - 2\omega)}$$

und wenn man nun dividirt, und die Theile des

Quotienten, in denen ω über die zweite Potenz hinaus geht, weglässt, erhält man

$$(P) = \frac{2\omega + 3\omega^2}{\frac{e - e'}{(q)}}$$

So haben wir also, zur Bestimmung des Brechungsvermögens der atmosphärischen Luft aus den Versuchen mit dem luftleer gepumpten Prisma, folgende Formeln:

$$(P) = \frac{(2\omega + 3\omega^2) \cdot 0,076 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{p - p'} \quad (\text{IX}) *$$

$$\omega = \frac{R}{2 \operatorname{tg} \frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8}$$

Ist das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft bekannt, und will man die *wahre Ablenkung finden*, welche zu einer Beobachtung mit dem luftleeren Prisma gehört, so muss man die Formel auf die bekannte Art umkehren. Man erhält dann

$$\omega = \frac{1}{2} \cdot \frac{(P) \cdot (p - p')}{0,076 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)} - \frac{1}{8} \cdot \frac{(P)^2 \cdot (p - p')^2}{[0,076 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)]^2} \quad (\text{X})$$

*) Setzt man hier $(P) = (2\omega + 3\omega^2) \cdot F$ und denkt sich, ω und (P) veränderten sich höchst wenig, so wird $\partial(P) = (2 + 6\omega) \partial\omega \cdot F = \frac{2 + 6\omega}{(2 + 3\omega)\omega} \cdot (P) \cdot \partial\omega$, oder $\partial(P) = (1 + \frac{3}{2}\omega) \frac{(P)}{\omega} \cdot \partial\omega$. Ist folglich für das luftleere Prisma der Werth von ω um den S. 65, Anm., berechneten Werth von $\Delta\omega$ 0,0000000022 kleiner, so beträgt die brechende Kraft der atmosphärischen Luft (P) um 0,0000000045 weniger, welche Grösse nicht mehr in Betracht kömmt.

Gilbert.

$$R = 2\omega \cdot \operatorname{tg.} \frac{\alpha}{2} - \omega^2 \operatorname{tg.}^3 \frac{\alpha}{2}$$

Im Fall die Dichtigkeit ϱ' und der ihr entsprechenden Druck p' nicht ausnehmend klein sind, hören die Annahmen, auf welchen dieses beruht, auf, zufällig zu seyn. Dann lassen sich aber in jedem Falle aus der Fundamentalformel

$$\omega = 1 - \frac{\sqrt{1 + \frac{(p') \varrho'}{(\varrho')}}}{\sqrt{1 + \frac{(p) \varrho}{(\varrho)}}} \quad (\text{XI})$$

die Werthe von ω herleiten, welche den Umständen entsprechen. Auch hier sieht man, daß ω und R *positiv* sind, so lange $\frac{(p') \varrho'}{(\varrho')} < \frac{(p) \varrho}{(\varrho)}$ ist, d. h., so lange das Gas im Prisma schwächer als die atmosphärische Luft das Licht bricht; und daß beide im umgekehrten Falle *negativ* seyn müssen.

Dieser letztern Formeln haben wir uns bedient, um die Ablenkung zu berechnen, welche die Luft und die Gasarten bei verschiedenen Dichtigkeiten bewirken müssen. Denn es fällt in die Augen, daß R die wahre Ablenkung ist; das heißt, die wegen des Fehlers des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläser corrigirte Ablenkung. Vergleicht man sie mit der beobachteten Ablenkung, so muß der Unterschied zwischen beiden dem Fehler gleich seyn, der von dem Nicht-Parallelismus der Glasebenen herrührt, im Fall das Brechungsvermögen der luftförmigen Körper ihrer Dichtigkeit pro-

portional sich ändert. Und jenes fand sehr genau Statt, wie die dritte der folgenden Tabellen zeigt. Diese wichtige Eigenschaft der luftförmigen Flüssigkeiten ist hierdurch aufser allem Zweifel gesetzt.

III. *Beobachtungen der Ablenkung des Lichts durch das Prisma, und Berechnungen derselben.*

Herr Biot stellt die Beobachtungen und die Resultate, welche ihm die Berechnung derselben gegeben hat, in vier Tafeln zusammen, und begleitet jede derselben mit einigen Bemerkungen. Sie sind es, welche ich aus der Abhandlung selbst in allem Detail hierher setze, da sie den belehrendsten Theil dieser Arbeit ausmachen. Die *erste* bezieht sich auf das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft in ihrem Normalzustande; die *zweite* auf das Brechungsvermögen der Luft von verschiedener Dichtigkeit; die *dritte* auf das Brechungsvermögen der Gasarten im Normalzustande und in verschiedenen Dichtigkeiten; und die *vierte* giebt die mittlern Resultate aus allen Beobachtungen und Berechnungen der Verfasser, so wohl über das Brechungsvermögen, als auch über die specifischen Gewichte der luftförmigen Flüssigkeiten.

E R S T E

*Verfuche mit dem luftleeren Prisma,
des Brechungsvermögens*

Tag der Beobachtung. 1805.	Aeußeres Barometer.		Tempera- tur der Luft.	Hygrome- ter.
	Stand.	Temperat.		
Decemb. 4	0 ^m ,7625	+ 10°,5	+ 10°,5	
5	0,7676	+ 11,5	+ 12 0	
17	0,7664	— 1,2	0,0	81°
20	0,7563	— 2,75	— 1,5	91
1806.				
Februar 19	0,76095	+ 5	+ 6,3	83
20	0,7600	+ 4,9	+ 6,0	82
März 4	0,7658	+ 4,4	+ 4,0	
6	0,7675	+ 3,0	+ 3,5	78
7	0,7660	+ 5,0	+ 5,5	78

Mittel aus allen diesen Beobachtungen

Mittel mit Ausschluss der Beobachtungen vom 19ten
weit abweichen, und über die man außerdem

Herr Delambre hatte aus fünf bis sechs hundert
ne diesen Coefficienten bestimmt zu

Unterschied dieser und der zweiten Bestimmung

„Wenn man“, sagt Herr Biot, „die Strah-
lenbrechung in der Höhe, welche in Paris der Pol
hat, aus beiden Coefficienten berechnet, so ergiebt
sich höchstens eine Verschiedenheit von 0'',1 Secun-
de; und selbst nur von 0'',6, wenn man gleich die
beiden am weitesten von einander abstehenden der

*) Die Luft war sehr dunstig, und man konnte den
Winkel nur 4 Mal nehmen. B.

**) Diese Beobachtung ist, wie alle übrige, mit ei-
ner Ablenkung, wegen des Nicht-Parallelismus

T A B E L L E.

und Berechnung des Coefficienten
der atmosphärischen Luft.

Inneres Barometer communic. mit d. Prisma.	Beobachtungen.		Berechneter Coefficient des Bre- chungsvermögens der atmosphär. Luft.
	Zahl der Vervielfäl- tigung.	Ablenkung corrig. wegen des Nicht- Parallelismus.	
0 ^m ,0055	20	5' 48",4	0,000295499
0,0076	20	5 46,9	0,000294040
0,0030	20	6 4,7	0,000293984
0,0020	30	6 2,4	0,000295285
0,0115	14	5 53	0,000296777 *)
0,0110	10	5 49,6	0,000293904
0,0030	22	6 0,6	0,000295454
0,0025	20	6 3,6	0,000296433 **)
0,0210	10	5 48,4	0,000293933
.			0,0002950343
Februar und 6ten März, die zu einige gegründete Zweifel hat			0,0002945856
Beobachtung. circumpolarer Ster-			
.			0,0002940470
.			0,0000005386

obigen neun einzelnen Bestimmungen des Coefficienten nimmt. Unfre Bestimmung des Coefficienten findet sich übrigens aus den Beobachtungen, die mit Luft von verschiedener Dichtigkeit angestellt sind, mit der größten Zuverlässigkeit bestätigt.“ ***)

der Glasebenen, = 16",6 berechnet worden; doch schien an diesem Tage, obschon der Himmel sehr schön war, diese Ablenkung ein wenig größer als gewöhnlich zu seyn. B.

***) Vergl. S. 84, u. d. vorige Heft S. 372., Anm. G.

Annal. d. Physik, B. 26, St. 1, J. 1807, St. 5.

F

„Das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft, [in ihrem Normalzustande,]“ sagt Herr Biot an einer andern Stelle, „ist eins der feinsten und schwierigsten Elemente in der Theorie der astronomischen Strahlenbrechung. Ueber sie hat Herr Delambre, dem die Astronomie schon so vieles verdankt, vor kurzem zum Behuf seiner Sonnentafeln neue Untersuchungen unternommen. Er findet durch Vergleichung von mehr als fünf hundert Beobachtungen mit den Formeln des Hrn. De La Place, daß, wenn ein Lichtstrahl aus dem leeren Raume in Luft von 0° Wärme und unter $0^m,76$ Druck übergeht, das Quadrat der Geschwindigkeit des Lichtes um $0,000294047$ zunimmt, wenn man die Geschwindigkeit des Lichtes im leeren Raume gleich 1 setzt. Dieses ist das, was Hr. De La Place in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 246, den *Coefficienten* nennt, der das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck bestimmt, *) und was er mit $\frac{2K}{n^2} (\rho)$ bezeichnet. Das Doppelte dieser Gröfse, oder $\frac{4K}{n^2} (\rho)$ ist die ganze Zunahme, um welche das Quadrat der Geschwindigkeit anwächst, wenn das Licht bis auf eine angebliche Entfernung in die Luft eindringt, und so die ganze Einwirkung der Luft erleidet.“ Diese ganze Einwirkung ist es, welche die Herren La Place und Biot, mit

*) Man vergl. im vorigen Hefte S. 372.

Newton, zum Maasse der *brechenden Kraft* oder des *absoluten Brechungsvermögens* der Körper nehmen, und was in den vorigen Formeln für die atmosphärische Luft, mit (P) bezeichnet worden ist.

Die *Versuche mit Luft von verschiedener Dichtigkeit* sind in der nächstfolgenden Tafel dargestellt. „Kennt man“, sagt in Hinsicht ihrer Herr Biot, „das Brechungsvermögen der Luft bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck, so hat es keine Schwierigkeit, unter der Voraussetzung, daß die brechende Kraft der Luft sich mit der Dichtigkeit der Luft genau proportional verändere, die Ablenkung zu berechnen, welche ein Lichtstrahl im Prisma erleidet, wenn dieses mit Luft von einer gegebenen Dichtigkeit und Temperatur angefüllt ist. *) Diese berechnete Ablenkung muß nothwendig von der abweichen, welche die Beobachtung unmittelbar giebt, da sich bei letzterer zugleich der Fehler wegen des Nicht-Parallelismus der Glasflächen zeigt; findet indess die angenommene Proportionalität in aller Genauigkeit Statt, so muß der Unterschied beider stets dem Einflusse dieses Fehlers auf die Ablenkung gleich seyn. Dieser Einfluss läßt sich aber, wie wir oben gesehen haben, **) unmittelbar messen; und dieser gemessene Werth desselben giebt daher den constanten Unterschied, der zwischen der

*) Nach Formel X oder XI.

Gilb.

**) S. S. 40 und 66.

Gilb.

beobachteten und den berechneten Ablenkungen Statt finden muß, wofern die Voraussetzung in aller Strenge gültig ist.“

„Unser Apparat machte uns Beobachtungen dieser Art, besonders mit atmosphärischer Luft, sehr leicht. Das Prisma wurde zuerst möglichst luftleer gemacht; dann ließen wir ein wenig Luft hinein, und zu wiederholten Mahlen immer etwas mehr, bis endlich die Luft im Innern zu einerlei Dichtigkeit mit der äußern Luft gelangt war. Bei allen

Z W E I T E

„Versuche über die brechende Kraft schiedenen

Tag der Beobach- tung. 1806.	Äußeres Barometer		Inneres Barometer communic. mit dem Prisma.	
	Stand. Mètres.	Temperat. +	Stand. Mètres.	Temperat. +
März 7	0,7662	4°,5	0,0050	5°,0
7	0,7660	5,0	0,0210	6,0
7	0,7658	5,0	0,1200	6,0
9	0,7551	4,8	0,2425	4,8
7	0,7654	5,0	0,2830	6,0
9	0,7548	4,8	0,4055	5,4
7	0,7654	5,0	0,5260	6,0
9	0,7543	4,8	0,6130	4,8
Junius 14	0,7630	22,5	0,8007	24,0

„Die Resultate dieser Versuche“, fährt Herr Biot fort, „beweisen, daß von der äußersten Gränze der Luftverdünnung an, die zu erreichen

diesen verschiedenen Dichtigkeiten beobachteten wir die Barometer- und Thermometerstände, und mit dem Vervielfältigungs-Kreife die Ablenkung; das letzte Mal bei offenem Prisma. In diesem Falle konnte die Ablenkung nur von dem Fehler des Nicht-Parallelismus der Glasflächen herrühren; diese Beobachtung lehrte uns daher den Einfluss dieses Fehlers kennen. So hatten wir in dem Versuche, der in der folgenden Tafel dargestellt ist, diese Correction gefunden auf $16''{,}6$.

T A B E L L E.

der atmosphärischen Luft bei verschiedenen Dichtigkeiten.

Beobachtungen.		Der Dichtigkeit proportionale Ablenkung, berechnet.	Differenz beider, oder der Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus der Glasflächen.
Zahl der Vervielfältig.	Ablenkung, uncorrectirt wegen des Nicht-Parallelismus.		
10	— 5' 43'',5	— 5' 58'',0	14,5
10	— 5' 31,8	— 5' 48,9	17,1
10	— 4' 45,8	— 5' 2,4	16,6
20	— 3' 45,0	— 4' 0,9	15,9
10	— 3' 29,2	— 3' 45,8	16,6
14	— 2' 29,2	— 2' 44,1	14,9
10	— 1' 37,1	— 1' 52,3	15,2
20	— 0' 48,6	— 1' 6,3	17,7
20	+ 0' 34,0	+ 0' 16,4	17,6

war, bis zur gewöhnlichen Dichtigkeit der Luft, die brechende Kraft der atmosphärischen Luft stets in aller Schärfe der Dichtigkeit derselben propor-

tional ist, so lange sich die Temperatur nicht ändert, und daß diese Regel auch nicht der geringsten Modification bedarf. Jede einzelne der angeführten Beobachtungen giebt unter dieser Voraussetzung das specifische Brechungsvermögen der Luft genau so, als es durch Versuche mit dem vollkommensten luftleeren Raume gefunden wird. Wir haben selbst die Luft in unserm Prisma bis zu einem Drucke von 0^m,80 verdichtet, (die größte Verdichtung, welche unser Prisma zuließe,) und zugleich bei hohen Temperaturen beobachtet, um uns zu überzeugen, ob dieselben Gesetze auch unter diesen Umständen noch bestehn; und wir haben nicht die kleinste Abweichung bemerkt.“

„Obgleich unsre Versuche mit dem Prisma sich nicht weiter führen ließen, so können wir doch bei der vollkommenen Uebereinstimmung aller ihrer Resultate nicht daran zweifeln, daß das Gesetz, dem sie gehorchen, nicht noch viel weiter gelte. Dafür scheinen selbst mehrere Inductionen zu sprechen. Sollte z. B. die brechende Kraft der Luft, wenn die Temperatur über eine gewisse Gränze hinaus zugenommen oder abgenommen hätte, sich nicht mehr proportional der Dichtigkeit ändern, so müßte das höchst wahrscheinlich sich zeigen, wenn man in gewöhnlichen Temperaturen mit sehr verdünnter Luft operirte, da z. B. Luft, die bis auf 2 oder 3 Millimetres Druck verdünnt ist, in Verhältniß auf ihre Masse unendlich viel mehr gebundene Wärme enthält, als atmosphärische Luft von gewöhnlicher

Dichtigkeit. Da nun selbst Luft von dieser Dichtigkeit das Licht genau so bricht, wie es ihre Dichtigkeit, zufolge des angeführten Gesetzes, mit sich bringt; so hat höchst wahrscheinlich die Menge von Wärme, welche in der Luft gebunden ist, gar keinen Einfluß auf ihr Brechungsvermögen. Dann aber gilt das Gesetz bis an die äußersten Gränzen der Atmosphäre hinauf, voraus gesetzt; daß die chemische Beschaffenheit der Luft überall dieselbe sey.“

„Was die *Feuchtigkeit* der Luft betrifft; so hat es uns nicht geöhienen; als habe der Stand des Hygrometers irgend einen wahrnehmbaren Einfluß auf die brechende Kraft der Luft; zum wenigsten nicht in den Temperaturen; in welchen wir beobachtet haben; und die nur von 6° bis 25° oder 30° des hunderttheiligen Thermometers reichten. Um diesen wichtigen Gegenstand aufzuklären; haben wir in unser Prisma Wasserdampf gebracht; die Elasticität desselben auf dieselbe Art; vermittelt des innern Barometers gemessen; wie man die eines Gas misst; und dann die Brechung desselben beobachtet. Zu andern Zeiten haben wir das luftleere Prisma durch Kali ausgetrocknet, und es mehrere Wochen lang in diesem Zustande mit einer Spannung von weniger als $\frac{1}{1000}$, selbst während heisser und regniger Tage erhalten, an welchen die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt war, und die Brechung während der kurzen Zwischenräume der Regengüsse beobachtet. Immer war sie, so weit die Wahrneh-

mung reichte, dieselbe, als wenn die äussere und die innere Spannung ganz allein von der atmosphärischen Luft wäre hervor gebracht worden. Die Berechnung, welche wir unter dieser Voraussetzung mit dem von uns bestimmten Coefficienten des Brechungsvermögens der Luft anstellten, wich von der Beobachtung immer nur um so kleine Grössen ab, dafs es natürlicher war, sie den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtung zuzuschreiben. Zum wenigsten liefse sich eine Verschiedenheit, wenn eine solche wirklich Statt fände, nur durch sehr vielfache Beobachtungen bestimmen; denn sie betrug selbst unter den günstigsten Umständen nie mehr als $3''$; und einer Ablenkung von $3''$ in unferrn Prisma entspräche für die Strahlenbrechung in 45° Höhe, mehr nicht, als ein Unterschied von $0'',5$. Wir glauben hiernach berechtigt zu seyn, zu schliessen, dafs Wasserdampf und Luft in ihrem Brechungsvermögen nur sehr wenig verschieden seyn können, wie das Herr. La Place in der *Mécanique céleste* schon aus dem Brechungsvermögen des Wassers gefolgert hatte. Man wird weiterhin Versuche finden, *) welche diese Voraussetzung höchst wahrscheinlich machen, oder wenigstens uns berechtigen, in der Berechnung der astronomischen Beobachtungen sie als völlig genau anzunehmen.

*) Beim Brechungsvermögen des Wassers, bis wohin ich einige Bemerkungen hierüber verliere. Gilbert.

Aus diesem Grunde haben wir uns dieser Voraussetzung auch bedient, wo es darauf ankam, die Brechung unfrer Gasarten, wegen des Wasserdampfs, der denselben hygrometrisch beigemischt war, zu corrigiren, wie das bei mehrern Versuchen, welche in der folgenden Tabelle aufgeführt sind, der Fall war.

In den beiden folgenden Tabellen findet man aus den Beobachtungen nicht nur das absolute Brechungsvermögen der *verschiedenen Gasarten* im Normalzustande (P'), sondern auch ihr *specifisches Brechungsvermögen* (B') berechnet, und letzteres in Zahlen ausgedrückt, die sich auf das specifische Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft als Einheit beziehen, und bei denen auch die Dichtigkeit der atmosphär. Luft 1 gesetzt ist. Es ist dann

$$(B) = \frac{(P)}{\rho} = (P') \text{ und folglich } \frac{(B')}{B} = \frac{(P')}{(\rho')} \cdot \frac{1}{(P)}$$

diese Werthe stehn in den letzten Columnen beider Tabellen.

Gasart	Temperatur	Dichtigkeit	Absolutes Brechungsvermögen	Specifisches Brechungsvermögen
0.02	0.070	0.02	0.070	0.070
0.02	0.100	0.02	0.100	0.100
0.02	0.130	0.02	0.130	0.130
0.02	0.160	0.02	0.160	0.160
0.02	0.190	0.02	0.190	0.190
0.02	0.220	0.02	0.220	0.220
0.02	0.250	0.02	0.250	0.250
0.02	0.280	0.02	0.280	0.280
0.02	0.310	0.02	0.310	0.310
0.02	0.340	0.02	0.340	0.340
0.02	0.370	0.02	0.370	0.370
0.02	0.400	0.02	0.400	0.400
0.02	0.430	0.02	0.430	0.430
0.02	0.460	0.02	0.460	0.460
0.02	0.490	0.02	0.490	0.490
0.02	0.520	0.02	0.520	0.520
0.02	0.550	0.02	0.550	0.550
0.02	0.580	0.02	0.580	0.580
0.02	0.610	0.02	0.610	0.610
0.02	0.640	0.02	0.640	0.640
0.02	0.670	0.02	0.670	0.670
0.02	0.700	0.02	0.700	0.700
0.02	0.730	0.02	0.730	0.730
0.02	0.760	0.02	0.760	0.760
0.02	0.790	0.02	0.790	0.790
0.02	0.820	0.02	0.820	0.820
0.02	0.850	0.02	0.850	0.850
0.02	0.880	0.02	0.880	0.880
0.02	0.910	0.02	0.910	0.910
0.02	0.940	0.02	0.940	0.940
0.02	0.970	0.02	0.970	0.970
0.02	1.000	0.02	1.000	1.000

D R I T T E

Versuche über das Brechungsver

	Tag der Beobacht.	Aeußeres Ba- rometer		Aeußere Luft		Inneres Bare- meter	
		Stand. Mét.	Temp.	Ther- mometer	Hy- gro- met.	Stand. Mét.	Tem- per. +
Sauerstoff gas.	Dec. 20	0,7585	- 6°,0	- 6°,0	88°	0,7686	8°,5
	Jun. 24	0,7640 0,0158	+ 18,0	+ 18,2	-	0,7655 0,0158	18,0
	(b)						
	24	0,7601 0,0175	+ 20,0	+ 20,6	-	0,4280 0,0175	20,6
Stick- gas.	Dec. 28	0,7635	+ 10,0	+ 10,0	93	0,7645	11,0
	Jan. 26	0,7388	+ 6,0	+ 7,4	90,5	0,7386	11,5
Wasser- stoffgas.	Dec. 16	0,7562	+ 1,0	+ 0,0	89	0,7540	7,5
	17	0,7665	- 2,0	- 0,0	82	0,0930	0,0
	17	0,7652	- 3,8	- 2,4	84	0,7540	7,5
Ammoni- akgas.	Jun. 26	0,7566	+ 23,0	+ 23,0	-	0,6170	23,0
	26	0,7566	+ 23,0	+ 23,0	-	0,6087	23,0
	27	0,7546	+ 22,0	+ 22,0	-	0,7482	22,0
	28	0,7606	+ 19,2	+ 19,7	-	0,6294	19,7
kohlenfaures Gas.	Jan. 27	0,7366	+ 4,9	+ 5,0	96,5	0,7381	10,7
	Jun. 22	0,7616 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	-	0,7530 0,0175	20,0
	22	0,7638 0,0197	+ 22,0	+ 22,0	-	0,4890 0,0197	22,0
	Jul. 1	0,7624 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	-	0,8033 0,0175	20,0
	1	0,7618 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	-	0,3200 0,0175	20,0
Kohl.-W. stoffgas.	März 23	0,7546	+ 13,0	+ 13,0	81,0	0,7500	13,0
	28	0,7531	+ 12,5	+ 13,5	85,0	0,7472	12,5

a) Die Beobachtungen im Dec. ausgenommen, welche von 1785 sind.

TABELLE.

mögen der verschiedenen Gasarten.

Temperatur des Gas. +	Zahl der Ver- viel- fältig- ung.	Beobachtete. Ab- lenkung			Berechnetes Brechungsvermögen	
		ganze nicht corrigirte,	wegen d. Nicht- Parall. d. Glas- flächen.	absolutes oder $(P') = \frac{4K}{n^2}$ (p') (siehe S. 68)	specifisches Brechungs- vermögen das d. atm. Luft = 1 gesetzt. (d)	
0,0	40	- 0 9,0	16,6	0,0005608582	0,862586	
18,2	20	+ 0 13,0	29,0	0,0005600336	0,861430	
				0,000553563	0,860595	
20,6	10	- 2 7,5	29,0	0,0005603586	0,861825	
					(c)	
6,0	40	+ 0 22,7	16,6	0,000589768	1,03290	
6,3	30	+ 0 18,8	16,6	0,000591104	1,03526	
2,0	20	- 2 51,4	16,6	0,000286670	6,64582	
0,0	30	- 5 29,0	16,6	0,000285788	6,62529	
				0,000285542	6,61953	
2,0	30	- 3 1,4	16,6	0,000283263	6,56680	
23,0	12	+ 0 40,0	23,6	0,000758085	2,15639	
23,0	10	+ 0 37,6	23,6	0,000763052	2,17051	
22,0	12	+ 1 58,7	23,6	0,000763825	2,17271	
				0,000766317	2,17980	
19,7	16	+ 0 46,6	23,6	0,000760469	2,16317	
5,3	10	+ 3 13,6	16,6	0,000890291	0,99439	
20,0	10	+ 3 8,6	—	—	—	
22,0	22	+ 0 7,5	—	—	—	
				0,0009011884	1,00658	
20,0	14	+ 3 45,0	21,7	0,0009011408	1,00680	
				0,000907195	1,00275	
20,0	16	- 1 42,0	21,7	0,000897785	1,01327	
13,0	20	+ 1 20,0	16,6	0,0007036685	2,09270	
13,5	20	+ 0 37,6	16,6	0,0006302996	1,81860 (d)	

b) Die in Col. 1 und 6 unter den Barometerhöhen stehenden Zahlen

Brechende Kraft der Gasarten

	Tag. der Beob. achtung.	Äußeres Barometer		Inneres Barometer	
		Stand, Mètres.	Tem- peratur.	Stand. Mètres.	Tem- peratur.
Sauer- stoff- gas	Dec. 20	0,7577	— 3°,5	0,0970	— 1°,8
	Jun. 23	0,7601	+ 20,0	0,4280	+ 20,6
		0,0175		0,0175	
Stickgas	Dec. 22	0,7350	+ 4,0	0,0960	+ 5,0
Wasser- stoffgas	Dec. 16	0,7665	— 2,0	0,0919	+ 0,0

Dieser letzte Theil unsrer Versuche über das Brechungsvermögen der Gasarten entspricht völlig der zweiten Tafel, und auch für ihn gilt das meiste, was über jene gesagt ist. Die berechnete Ablenkung beruht auf dem Brechungsvermögen der Gasart, wie es sich in der folgenden Tabelle findet, und auf der Annahme, daß das Brechungsvermögen jedes Gas

bedeuten die Spannung der Wasserdämpfe; sie sind von diesen Höhen *abzuziehen*, weil der Wasserdampf bei gleicher Elasticität mit der atmosphärischen Luft, das Licht sehr nahe eben so stark bricht als diese. B. [und die Differenz der Elasticitäten der feuchten Luft und ihres Wasserdampfs, der Dichtigkeit der trockenen Luft in ihr proportional ist.]

Gillb.

c) Die in den beiden letzten Columnen eingeklammerten Zahlen bedeuten, daß die dritte, aus den beiden obern unabhängig vom Fehler des Nicht-Parallelismus der Glasflächen, nach Formel LX ist berechnet worden. B.

d) Das letztere enthielt mehr Kohlenstoff als das erstere. B.

bei verschiedenen Dichtigkeiten.

Tempera- tur d. Luft und des Gas.	Ablenkung		Ablenkung wegen des Nicht-Parall. d. Glasfl.		
	beobachtete uncorrigirte.	berechnete corrigirte.	Differ. berechnete	beob- achtete.	
— 1°,8	— 5' 4",2	— 5' 19",6	+ 15",4	+ 16",6	
+ 20,6	— 2 7,5	— 2 36,2	+ 28,7	+ 29,2	
+ 5,0	— 4 44,8	— 5 0,1	+ 15,3	+ 16,6	
+ 0,0	— 5 29,0	— 5 45,8	+ 16,8	+ 16,6	

sich bei übrigen gleichen Umständen der Dichtigkeit desselben genau proportional verändere. Da diese Voraussetzung auf völlig richtige Folgerungen führt, so muß das Gesetz in aller Schärfe wahr seyn. Dasselbe thun auch, auf einem andern Wege, die Versuche mit verdünntem Gas dar, welche in dem ersten Theile dieser dritten Tafel zerstreut stehn; denn mit andern verbunden, geben sie genau dasselbe Brechungsvermögen, als die directe Beobachtung.

VIERTE TABELLE.

Mittlere Werthe aus allen Beobachtungen über das specifische Gewicht und das Brechungsvermögen der Gasarten, für 0° Temp. und 0^m,76 Druck.

	Dichtigkeit (*)	Brechungsvermögen bei 0° Wärme u. 0 ^m ,76 Druck.	
		abfolutes	specifisches
Atmosphär. Luft	1,00000	0,0005891712	1,00000
Sauerstoffgas	1,10359	0,000560204	0,86161
Stickgas	0,96913	0,000590436	1,03408
Wasserstoffgas	0,07321	0,000285315	6,61436
Ammoniakgas	0,59669	0,000762349	2,16851
Kohlenfaures Gas	1,51961	0,000899573	1,00476
Kohl. Wasserstoffg.	0,57072	0,000703669	2,09270
— kohl.st.reicher.	0,58825	0,000630300	1,81860

„Der Sauerstoff“, fügt Herr Biot hinzu, „ist also unter allen elastisch-flüssigen Körpern, (ja unter allen Körpern überhaupt,) die wir bis jetzt beobachtet haben, derjenige, der das Licht am wenigsten bricht; der Wasserstoff der, welcher es am stärksten bricht.“

*) Von den Abwägungen der luftförmigen Flüssigkeiten, deren Resultate diese Col. enthält, und von den übrigen Folgerungen, welche aus ihnen die Herren Biot und Arago ziehen, in dem folgenden Hefte. Gilb.

IV. *Optisch-chemische Folgerungen*

„Nachdem wir das Verfahren,“ sagt Hr. Biot, „dessen wir uns bei unsern Versuchen bedient, und die physikalischen Resultate, auf welche sie führen, dargestellt haben, wollen wir in unsern Folgerungen noch etwas weiter gehen, und versuchen, die Beziehungen zu entwickeln, durch welche sie die Chemie interessiren können.“

„Schon Newton hatte, sehr glücklich, aus dem grossen specifischen Brechungsvermögen des Waffers und des Diamanten geschlossen, diese beiden Körper möchten etwas brennbares in sich enthalten, und die neuere Chemie hat dargethan, dass er sich darin nicht geirrt hat. Die Induction, welche diesen grossen Mann hierbei leitete, ist viel sicherer und liegt sehr viel tiefer, als es auf den ersten Anblick scheint. Denn da die Körper nur in höchst kleinen Entfernungen merkbar auf das Licht wirken, so hängt die Stärke der Wirkung nothwendig von der Natur und der Zusammenordnung der kleinsten Theilchen, also von den wesentlichsten Eigenschaften der Körper ab; und der Physiker, der ihr Brechungsvermögen beobachtet und vergleicht, verfährt auf ganz ähnliche Art als der Chemiker, wenn er ein Alkali der Einwirkung aller Säuren aussetzt, um die verhältnissmässige Kraft derselben und ihren Sättigungsgrad zu bestimmen. In unsern Versuchen ist das Licht der Körper, den wir der Einwirkung aller andern aussetzen, und wir schät-

zen ihre Wirkung nach ihrem Brechungsvermögen, das heist, nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Wirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrücken bestrebt ist.“

„Die bewundernswürdige Stärke der Kraft, welche die Körper auf das Licht äussern, giebt diesem Verfahren selbst einen ganz eigenthümlichen Vorzug. Einige Körper wirken mit einer solchen Intensität auf das Licht, dass sie den Lichttheilchen in einem unendlich kleinen Zeittheil das Doppelte der Geschwindigkeit eindrücken, welche sie zuvor im Raume hatten. Nimmt man die Geschwindigkeit, mit der das Licht sich durch den leeren Raum bewegt, zur Einheit, so findet sich die modificirte Geschwindigkeit, mit der das Licht durch den durchsichtigen Körper hindurch geht, aus dem Verhältnisse des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels. Im Diamanten übersteigt der erstere den letztern um das Doppelte; *) in ihm wird also die Geschwindigkeit des Lichtes mehr als doppelt so groß, d. h., sie nimmt um mehr als 70000 Lieues in einer Secunde zu. Und diese Beschleunigung erhält das Licht, und verliert sie wieder, in einem unendlich kleinen, untheilbaren Zeittheil-

*) *Ce rapport surpasse 2*, sagt Herr Biot; er charakterisirt hier also das Verhältniß, nach Art der Alten, durch den Quotienten des Hintergliedes in das Vorderglied; wie das schon oben S. 71 Anm. erinnert worden. Gill.

theilchen; denn die Wirkung, auf welcher die Brechung beruht, geht bloß nahe an der Oberfläche des Körpers vor, in einer Schicht desselben, deren Dicke nicht mehr angeblich ist. So bald das Licht in den Körper tiefer eingedrungen ist, heben sich die Anziehungen gegenseitig auf, welche die dünne Schicht vor dem Strahle, und die Schicht, durch die er so eben gegangen ist, auf das Licht ausüben, und dieses bewegt sich daher gleichförmig durch den Körper hindurch. Erst beim Austritte aus dem Körper wird die Geschwindigkeit des Lichtes wieder geändert. Die verschiedene Beschleunigung des Lichtes durch die Körper, die sich in ihrem verschiedenen Brechungsvermögen äußert, giebt uns daher eine äußerst ausgedehnte Stufenleiter, auf welche alle Körper sich in großen Zwischenräumen an einander reihen lassen; und sie kann uns theils dazu dienen, die Körper ihrer Natur nach von einander zu unterscheiden und zu charakterisiren, theils sie aufzufpüren, und ihre Gegenwart in den chemischen Verbindungen zu erkennen. . . .“

„Nachdem wir z. B. aus unsern Versuchen die so mächtige Wirkung des Lichtes auf den Wasserstoff haben kennen gelernt, müssen wir schließen, daß es die Anwesenheit dieses Stoffes im Wasser, in dem Gummi, in den Oehlen und in andern verbrennlichen Körpern sey, von der das große Brechungsvermögen dieser Körper abhängt. In der That findet sich diese mächtige Einwirkung des Wasserstoffs in dem Ammoniakgas wieder, dessen eigen-

thümliches Brechungsvermögen mehr als doppelt so groß ist, als das der atmosphärischen Luft.“

„Wir können selbst noch weiter gehen. Da es nämlich scheint, daß Stoffe, auch wenn sie an andere gebunden sind, ihren eigenthümlichen Charakter einiger Massen beibehalten, und selbst in dieser Verbindung noch bis auf einen gewissen Punkt mit derselben Kraft wie zuvor auf das Licht wirken, so muß der Einfluß der Bestandtheile einer Mischung oder Mischung auf das eigenthümliche Brechungsvermögen des Ganzen, sich unter dieser Voraussetzung berechnen lassen. Wollten wir eine solche Berechnung für irgend ein anderes Reagens als für das Licht unternehmen, so würden wir uns sehr bald in unübersteigliche Schwierigkeiten verwickelt sehen; denn obgleich die chemischen Einwirkungen nur in sehr kleinen Entfernungen vor sich gehn, so sind diese Entfernungen doch immer noch unter einander vergleichbar, *) und die größere oder geringere Entfernung der Theilchen muß daher nothwendig die Intensität derselben verändern. Ferner muß auf sie die Gestalt der Theilchen Einfluß haben, auf eine Art, die sich nicht berechnen läßt, obschon hierauf die Verschiedenheit ihrer Einwirkung auf das Licht vorzüglich beruht. Bei dem Lichte fallen dagegen diese Schwierigkeiten fort.

*) Nach dem zu urtheilen, was Herr De La Place seitdem über die Theorie der Haarröhrchen entdeckt hat, scheinen die chemischen Kräfte nur in der Berührung zu wirken.

Denn da die Lichttheilchen, (um nach dem Emissionsystem zu reden,) so außerordentlich fein sind, daß ihre Größe gegen die der Zwischenräume zwischen den Theilen der Körper nicht in Betracht kömmt, so können geringe Grade von Verdichtungen, in denen die Bestandtheile sich befinden, ihre Wirkung auf das Licht nicht bedeutend verändern; und das [specifische] Brechungsvermögen zusammen gesetzter Körper kann daher nur sehr wenig von der Summe der [specifischen] Brechungsvermögen ihrer Bestandtheile verschieden seyn, voraus gesetzt, daß diese Bestandtheile sich nicht in einem Zustande sehr großer Verdichtung befinden. Und da alle anziehenden Kräfte den Massen proportional sind, so müssen hiernach die Produkte aus dem [specifischen] Brechungsvermögen jedes der Bestandtheile eines Körpers in den Gewichtsantheil desselben, wenn man sie zusammen nimmt, dem specifischen Brechungsvermögen des zusammen gesetzten Körpers gleich seyn.“ *)

*) Gesetzt also, ein Körper habe zwei Bestandtheile, von dem einen dem Gewichte nach x' , vom andern x'' , so daß $x' + x'' = 1$ sey, und das [specifische] Brechungsvermögen des Körpers sey P , das der beiden Bestandtheile P' , P'' ; so ist nach dieser Regel $P = P'x' + P''x''$. Aus diesen beiden Gleichungen findet man $x' = \frac{P - P''}{P' - P''}$ und $x'' = \frac{P' - P}{P' - P''}$, und hiernach läßt sich aus dem [specifischen] Brechungsvermögen des Ganzen und der beiden Bestandtheile, das genaue Verhältniß der beiden Bestandtheile finden.

B.

Dieses Gesetz wird in der That durch die Erfahrung sehr gut bestätigt. Dafs es in aller Strenge da richtig ist, wo wir es mit einer blofsen Mischung ohne innige Verbindung zu thun haben, zeigt Herr Biot an den Beispielen der *atmosphärischen Luft*. Nimmt man die specifischen Gewichte und die specifischen Brechungsvermögen der Gasarten, aus denen sie besteht, (wie weiterhin überall,) aus Tafel IV, und setzt den Gehalt der Luft an kohlen-saurem Gas auf 0,006, weil diese Annahme sich am besten mit den specifischen Gewichten der Gasarten, wie Herr Biot sie aus seinen Versuchen abgeleitet hat, verträgt; so findet sich das specifische Brechungsvermögen einer solchen Mischung so, wie es die folgende Tabelle zeigt:

Antheil der atmosphär. Luft an	nach dem Volumen.	nach dem Gewichte.	Produkt aus Gewicht und Brechungs- vermögen.
Sauerstoffgas	0,21	0,231755	0,199682
Stickgas	0,784	0,759797	0,786238
Kohlen-saurem Gas	0,006	0,009118	0,009157
Summe	1,000	1,000670	0,995077

Das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft, wie es sich hier aus ihren Bestandtheilen findet, ist also nur um 0,004923 zu klein; eine Verschiedenheit, die so unbedeutend ist, dafs sie auf die Polhöhe von Paris nicht 0",3 Einflufs hat, und dafs sie sehr wohl von den unvermeidlichen Fehlern der Versuche herrühren kann, da das specifische Ge-

wicht, die Reinheit, und das Brechungsvermögen der Gasarten, alle drei Einfluss auf diese Bestimmung haben: *)

*) Da nun, schließt Herr Biot, an der im vorigen Hefte S. 391 und 392 mitgetheilten Stelle, die Mischung der atmosph. Luft zu allen Zeiten und an allen Orten auf der Erde, und selbst in den größten Höhen immer dieselbe ist; so muß überall auf der Erde die Luft bei gleicher Dichtigkeit einerlei brechende Kraft äußern. „Die Tafeln, welche für die astronomische Strahlenbrechung aus unsern europäischen Beobachtungen genommen sind, lassen sich daher überall ohne irgend eine Modification gebrauchen; ein Resultat, welches ehemahls einen Gegenstand der Nachforschungen auf der Reise ausmachte, welche die französischen Astronomen nach dem Aequator und nach dem Pole zu unternahmen.“ Das Bedenken wegen der Wärme, S. 392, findet man hier nicht mehr; der am 14ten Junius angestellte Versuch in Taf. 2 scheint es weggeräumt zu haben. Hier noch die Resultate der *eudiometrischen Versuche*, welche Herr Biot auf seiner Alpenreise, (das., S. 391,) angestellt hat: Es enthielt die Luft in 100 Theilen

	Sauerstoffgas,
Am Neuchâtelers See	20,67
Am Genfer See	20,13
Zu Sallanche	20,30
Auf dem Gletscher von Chamouni	20,11
Auf dem Col de Balme	20,23
Zu Martigni in Wallis	20,52
Auf dem großen St. Bernard	20,46
Zu Turin	20,20
Auf dem Mont Cenis	21,00
Zu Paris	21,00

Dafs die Regel auch da noch in aller Genauigkeit gilt, wo bei chemischen Verbindungen die Bestandtheile keine sehr grofse Verdichtung erlitten haben, zeigt Herr Biot am Beispiele des *Ammoniakgas*. Nach den sehr genauen Versuchen Ber-

„Alle diese Prüfungen wurden mit Wasserstoffgas angestellt, und mehrmahls wiederholt. Das Eudiometer war eine sehr enge in 300 Theile eingetheilte Röhre; und das Wasserstoffgas war mit grosser Sorgfalt in Wasser, das man durch Kochen lusileer gemacht hatte, durch Eisen und Schwefelsäure entbunden worden. Vielleicht, dafs die geringe Abweichung von wenigen Tausendtheilen, dieser Resultate von denen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac, (sie fanden stets 0,21 Sauerstoff,) daher rührt, dafs diese Entbindung kein ganz so reines Gas giebt, als wenn man destillirten Zink und Salzsaure nimmt. — Als eine Bestätigung, dafs die Luft in allen Höhen einen gleichen Gehalt an Sauerstoffgas hat, läfst sich auch der Umstand ansehen, dafs Wasser, welches der freien Luft unter gleichen Umständen ausgesetzt ist, an allen Orten stets dieselbe Menge von Sauerstoffgas verschluckt. So z. B. gab mir das Wasser der Cascade des Nant-d'Arpenas, welche 800 Fufs Fall hat, Luft mit 0,3145 Sauerstoffgas; vollkommen so, wie das Regenwasser in Paris, oder wie destillirtes Wasser, das sich voll Luft gezogen hat: und in Luft aus dem ewigen Schnee ausgetrieben, welcher den Gipfel des grossen St. Bernhardsberg bedeckt, fand ich 0,2732 Sauerstoffgas, gerade so, als in der Luft des Schnees, der alle Jahr in Paris fällt.“ Dies Herr Biot. Gibb.

thollet's, welche Davy mit seiner bekannten Sorgfalt wiederholt hat, besteht dieses Gas aus 0,200 Wasserstoff und 0,800 Stickstoff. Nun aber betrug das Gewicht von Ammoniakgas, Wasserstoffgas, Stickgas, wenn jedes bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck den Ballon füllte, in welchem Herr Biot die Gasarten gewogen hat, 4^g,32794, 0^g,53104, 7,80292; wären folglich der Wasserstoff und der Stickstoff, den das Ammoniakgas enthielt, nicht einer an den andern gebunden gewesen, so hätte der erstere das Volumen $\frac{1}{2} \cdot \frac{4,32794}{0,53104} = 1,63$ und der letztere das Volumen $\frac{4}{5} \cdot \frac{4,32794}{7,80292} = 0,4926$, beide zusammen also den doppelten Raum einnehmen müssen, den sie in ihrer chemischen Vereinigung als Ammoniakgas wirklich einnehmen. Das Ammoniakgas entspricht aber genau jener Regel. Denn berechnet man nach der vorhin angegebenen Formel, (S. 99, Anmerk.), aus den Brechungsvermögen das Verhältniß der Bestandtheile, so findet sich, daß Ammoniak aus 0,203 Wasserstoff und 0,797 Stickstoff besteht; ein Resultat, welches den Bestimmungen Berthollet's und Davy's so nahe fällt, daß es in der That innerhalb der Gränzen der unvermeidlichen Fehler liegt. „Vielleicht, daß bloß die große Schwierigkeit, das Wasserstoffgas ganz rein zu erhalten und das Brechungsvermögen desselben mit aller Genauigkeit zu bestimmen, die kleine Verschiedenheit veranlaßte.“

Im Wasser findet schon eine bedeutende Abweichung von dem angegebenen Gesetze Statt, wahrscheinlich wegen der außerordentlichen Verdichtung, in der sich die Bestandtheile des Wassers befinden, die über das Zweitausendfache steigt. Nach den Untersuchungen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac verbinden sich mit 1 Th. Sauerstoffgas genau 2 Theile Wasserstoffgas zu Wasser. Rechnet man nach den specifischen Gewichten in Tafel IV, so besteht folglich das Wasser dem Gewichte nach aus 0,882958 Sauerstoff und 0,117154 Wasserstoff. Das specifische Brechungsvermögen des Wassers müßte also der obigen Regel zu Folge seyn: $0,882958 \cdot 0,86161 + 0,117154 \cdot 6,61436$ oder $0,76077 + 0,77490 = 1,53567$. Nun aber verhält sich nach Newton beim Uebergange des Lichtes aus dem leeren Raume in Wasser, der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels, wie 529 : 396; *) „eine Bestimmung, die sehr genau ist, wie wir uns“, sagt Herr Biot, „durch eigene Versuche überzeugt haben.“ Daraus läßt sich das specifische Brechungsvermögen des Wassers nach der Formel $\frac{i^2 - 1}{e}$ berechnen; **) und dividirt man noch durch die brechende Kraft der Luft,

*) Auch hier druckt sich Herr Biot wieder aus: *le rapport du sinus d'incidence au sinus de refraction est $\frac{529}{396}$* . Vergl. S. 71, Anmerk. *Gillb.*

**) Man vergl. S. 70. Es ist hier $i^2 - 1$, die Zunahme der lebenden Kraft des Lichtes, $= 0,78451$,

so erhält man das specifische Brechungsvermögen des Wassers aus directen Versuchen = 1,7225, das der Luft gleich 1 gesetzt. „Auf dieselbe Art“, fügt Herr Biot hinzu, „muss man alle Resultate Newton's berechnen, wenn man sie mit den unfirigen vergleichen will.“ Das wirkliche Brechungsvermögen des Wassers ist also ungefähr um $\frac{1}{5}$ tel grösser, als das nach der obigen Regel berechnete; nur um so viel hätte also die ausserordentlich grosse Verdichtung, in der sich die Bestandtheile des Wassers befinden, das Brechungsvermögen derselben erhöht. „Rührt der Unterschied zwischen Beobachtung und Rechnung wirklich aus diesem Grunde her, so beweist dieses mit grosser Evidenz, dass der Einfluss der Bestandtheile auf das Brechungsvermögen des zusammen gesetzten Körpers sich messen lässt.“

Noch bemerkt Herr Biot, dass diese Resultate sehr geeignet sind, eine Voraussetzung zu bewähren, welche Herr La Place in der *Mécanique céleste* in seiner Theorie der astronomischen Strahlenbrechung macht, nämlich: dass der *Wasserdampf* einerlei specifisches Brechungsvermögen mit dem tropfbaren Wasser habe. *) Denn da, wie man hier sieht, das specifische Brechungsvermögen

und nach den Versuchen der Herren Biot und Arago $\mu = 773$, wenn die Dichtigkeit der Luft 1 gesetzt wird.

Gilb.

*) Vergl. *Annalen*, XXV, 403.

des Wassers nur sehr wenig von dem Brechungsvermögen abweicht, welches eine Mischung aus 2 Th. Wasserstoffgas und 1 Th. Sauerstoffgas haben würde, so ausnehmend verschieden auch der Zustand ist, in dem diese Bestandtheile sich in beiden Fällen befinden; so muß bei dem Uebergange des Wassers in Dampf, da diese beiden sich unendlich näher kommen, das Brechungsvermögen bei weitem weniger geändert werden. Herr De La Place hat aber gezeigt, daß, wenn das specifische Brechungsvermögen des Wasserdampfs dem des Wassers gleich ist, und zugleich der Wasserdampf bei einerlei Elasticität nur $\frac{10}{14}$ von der Dichtigkeit der Luft hat, der Wasserdampf in der Atmosphäre nahe eben so als Luft bei gleichem Druck und gleicher Wärme das Licht brechen müsse. Das würde selbst noch der Fall seyn, wenn man für das Brechungsvermögen des Wasserdampfs das jenes Gasgemenges nähme. Man sieht daher, daß man bei jener Voraussetzung keinen Irrthum zu befürchten hat, der für die Astronomie von Einfluß wäre; wenigstens nicht innerhalb der Gränzen der Temperaturen, in welchen alle unsere astronomische Beobachtungen angestellt werden. „Nur würde es“, fügt Herr Biot hinzu, „sehr nützlich seyn, das Verhältniß der Dichtigkeiten zwischen Wasserdampf und Luft, (ungeachtet $\frac{10}{14}$ der Wahrheit schon sehr nahe zu kommen scheint,) mit der größten Genauigkeit zu verificiren; denn dieses Verhältniß ist hier von großem Einfluß. Mit diesen Datis ausgerüstet, haben wir, da, wo es

bei der Berechnung der brechenden Kraft der Gasarten nöthig wurde, die Wasserdämpfe mit in Rechnung gebracht.“ *)

*) Herr De La Place behandelt die Frage, welchen Einfluß die Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung hat, auf die ihm eigne klare und erschöpfende Weise, am Ende seiner Theorie der astronomischen Strahlenbrechung, (*Mécanique céleste*, t. 4, p. 272.) Nachdem er zuerst Dalton's Lehren von den Dämpfen und seine Formel für Dalton's Versuche über die Expansivkraft der Dämpfe gegeben hat, (man findet die Stelle im vorigen Hefte, S. 434, Anm.) und ferner das, was ich daselbst zu Anfang der Anmerk. S. 404 ausgehoben, als Data der Berechnung voran geschickt hat, stellt er folgende Formel auf: „Wenn z die Elasticität des Wasserdampfs bei x° Temperatur bedeutet, und die Luft in dieser Temperatur völlig mit Feuchtigkeit geschwängert ist, so übertrifft ihr Brechungsvermögen, [oder vielmehr der Coefficient ihres Brechungsvermögens, s. S. 80,] den der völlig trockenen Luft unter gleichen Umständen, um folgende GröÙe

$$\frac{z \cdot 34''{,}68}{1 + x \cdot 0{,}00375}$$

Und bezeichnet man daher mit $\odot$ den Zenithabstand eines Sterns, so druckt diese GröÙe multiplicirt mit $\text{tang. } \odot$ sehr nahe die Vergrößerung der astronomischen Strahlenbrechung wegen der Feuchtigkeit der Luft aus, voraus gesetzt, daß die Luft im Maximo feucht sey.“ Druckt man z durch x , nach der Formel S. 434 im vorigen Hefte, aus, so findet sich die Correctionstafel, welche eben das, S. 404, steht, nur daß in ihr statt $\text{tang. } H$, $\text{cotg. } H$,

Das *kohlensaure Gas* besteht, nach Lavoisier, dem Gewichte nach aus 0,76 Sauerstoff und 0,24

oder *tang.* $\odot$ zu setzen ist; ein nicht angezeigter Druckfehler bei Herrn Laplace veranlaßte diesen leicht wahrzunehmenden Irrthum. — Unstreitig ist dieses die Formel, deren die Herren Biot und Arago sich zur Berechnung des Einflusses des Wasserdampfs auf ihre Refractionsversuche bedient haben.

Da nach Lavoisier's Bestimmung, von welcher Hr. Laplace ausgeht, die Luft bei $12^{\circ},5$ Wärme 842 Mahl, folgl. bei 0° Wärme $\frac{842}{1 + 12,5 \cdot 0,00375}$ Mahl leichter als Wasser ist; der Wasserdampf aber nach den Berechnungen des Hrn. De La Place in allen Temperaturen stets $\frac{1}{11}$ vom specifischen Gewichte der Luft haben soll; so muß der Wasserdampf von x° Wärme $\frac{842}{1 + 12,5 \cdot 0,00375} \cdot \frac{1}{11}$ $(1 + x \cdot 0,00375)$ Mahl leichter als Wasser seyn. Dividiren wir also mit dieser GröÙe in $\left\{ \left(\frac{432}{11} \right)^2 - 1 \right\}$ welche GröÙe die brechende Kraft des Wassers ausdrückt, (S. 69 und 71;) so erhalten wir das spec. Brechungsvermögen des Wasserdampfs von x° Wärme. Es sey, was heraus kommt, wenn man die Rechnung ausführt, $\frac{A}{(1 + x \cdot 0,00375)}$. Ferner sey das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck B, also bei x° Wärme $\frac{B}{(1 + x \cdot 0,00375)}$. Da nun x die Menge des Wasserdampfs ausdrückt, der sich in der feuchten Luft befindet, in ihr also, statt z Theile Luft, z Theile Wasserdampf vorhanden sind, so giebt $\frac{Az - Bx}{(1 + x \cdot 0,00375)}$

Kohlenstoff; diese Angabe ist noch immer die wahrscheinlichste, und kann nicht weit von der Wahrheit abweichen. Ganz genau ist sie nicht, weil, wie Hr.

die GröÙe, um welche, bei x° Wärme, völlig feuchte Luft die völlig trockene Luft an specifischem Brechungsvermögen übertrifft. Hr. Laplace nimmt statt des Brechungsvermögens die Brechungscoefficienten, (oder die Hälfte,) und zwar in Bogengrößen ausgedruckt. Nach den Beobachtungen des Herrn Delambre ist $\frac{1}{2} B = 187'',09$; die Rechnung giebt $\frac{1}{2} A = 221'',77$, und daraus folgt der Ausdruck $\frac{34'',68 \cdot x}{(1 + x \cdot 0,00375)}$.

Ob aber nicht vielmehr, dem von Hrn. Biot entdeckten Gesetze zu Folge, daß das specifische Brechungsvermögen der zusammen gesetzten Körper der Summe der Produkte aus den specifischen Brechungsvermögen der Bestandtheile in die Gewichtsanteile derselben, gleich sey, die GröÙe $\frac{\frac{1}{2} (A \cdot \frac{1}{2} - B) \cdot x}{1 + x \cdot 0,00374}$ zu nehmen wäre?

Gesetzt, feuchte Luft stehe unter dem Drucke p , und der Wasserdampf in ihr habe die Elasticität f , so soll, nach Dalton's Ansichten, weder der Wasserdampf noch die Luft den ganzen Druck p erleiden, sondern der Wasserdampf bloß mit der Kraft $\frac{f}{p}$, die Luft mit der Kraft $\frac{p-f}{p}$ gedrückt werden. So hydrostatisch-paradox dieses auch ist, so scheint es doch nur aus dieser Annahme begreiflich zu werden, daß überhaupt Wasserdampf in gewöhnlichen Temperaturen in der Luft bestehen kann; auch stimmen mit dieser Annahme die Gesetze überein, nach welchen feuchte Luft durch Wärme expandirt wird. — Unter dieser Voraussetzung muß

specifische Brechungsvermögen zusammen gesetzter Körper berechnet, welche Kohlenstoff enthalten, und deren Mischungsverhältnisse bekannt sind.

„Hier nun“, ruft Herr Biot aus, „wird das Bedürfnis genauer Versuche über die Zusammensetzung der Körper recht fühlbar, und die so geringe Zahl völlig zuverlässiger, welche wir bis jetzt besitzen, zwingt uns ein lebhaftes Bedauern ab, daß die Chemie in dieser Hinsicht noch nicht weiter vorgeschritten ist. Doch sind wir noch glücklich genug gewesen, daß wir uns einiger Analysen Lavoisier's, Berthollet's, Fourcroy's und Vauquelin's zu unsrer Absicht haben bedienen, und Berechnungen aus ihnen mit den Refraktionsversuchen Newton's haben vergleichen können.“

Für das *Olivenöhl* giebt Lavoisier's Analyse 0,21 Wasserstoff und 0,79 Kohlenstoff. Das berechnete specifische Brechungsvermögen einer solchen Mischung würde seyn 2,5382; Newton's Beobachtungen gaben dasselbe 2,7684.

Für den *Alkohol* giebt Lavoisier's Analyse 0,544 Sauerstoff, 0,166 Wasserstoff und 0,29 Kohlenstoff. Das hiernach berechnete specifische Brechungsvermögen ist 1,9894. „Die Versuche Newton's,“ sagt Herr Biot, „welche wir verificirt haben, geben 2,2223.“

Für das *arabische Gummi* giebt die Analyse der Herren Fourcroy und Vauquelin 0,6538 Sauerstoff, 0,1154 Wasserstoff und 0,2308 Kohlenstoff.

stoff. Das hiernach berechnete specifische Brechungsvermögen ist 1,6931; aus Newton's Versuche folgt 1,8826.

In allen diesen Fällen ist das beobachtete Brechungsvermögen gröfser als das berechnete, im ersten um $\frac{1}{12}$, im zweiten um $\frac{1}{8}$, im dritten um $\frac{1}{9}$; stimmt also ganz mit der Voraussetzung einer Erhöhung des specifischen Brechungsvermögens durch die Verdichtung der Bestandtheile überein, und bestätigt dadurch die obige Bestimmung des Brechungsvermögens des Kohlenstoffs. Nun aber geben Newton's Versuche für den *Diamanten* ein specifisches Brechungsvermögen = 3,1961, welches mehr als doppelt so groß ist als das für den Kohlenstoff gefundene = 1,4581; und jenes lässt sich in diese Berechnungen nicht setzen, ohne alle Resultate in Verwirrung zu bringen. Hieraus folgt, dass der Diamant nicht reiner Kohlenstoff seyn kann; dass er gleichfalls Wasserstoff, und zwar wenigstens 25 Theile in 100 enthalten muss. — — —

Des Versuchs mit dem *salzsauren Gas*, dessen in dem Auszuge, (voriges Heft, S. 378,) gedacht wurde, geschieht in der Abhandlung, wie sie Herr Biot, (offenbar noch ein Mahl überarbeitet,) dem Drucke übergeben hat, nirgends Erwähnung. Was in dem Auszuge folgt, bedarf keiner weitem Zusätze.

Herr Biot schließt mit folgender Aeußerung über das unsterbliche Werk des Herrn Laplace,

Annal. d. Physik. B. 26. St. 1, J. 1807, St. 5,

H

welches die hier so meisterhaft durchgeführten Untersuchungen veranlaßt hat. „Denselben Einfluß äußerten die *Principia philosophiae naturalis mathematica* auf die Naturforscher, welche zur Zeit Newton's lebten. Denn diese großen Werke, die voll des Geistes der Erfindung und der Forschung sind, geben denen, die über sie nachdenken, nicht bloß die Kenntniß der Erfindungen; sie zeigen ihnen auch, welches der Zweck und der Gegenstand ihrer Arbeiten seyn muß.“

(Von dem Gewichte der Luft und der Gasarten, von dem barometrischen Coefficienten, und von dem Einflusse meiner Bestimmung des specifischen Gewichtes des Wasserdampfs auf beide, im nächsten Hefte.)

III.

NACHTRAG

zu den Untersuchungen über die Schwefel - Metalle,

vom

Professor PROUST.

in Madrid.

*Schwefel-Zink oder Blende. *)*

Der Zink vermag nicht, der Kohle den Sauerstoff streitig zu machen; dieses ist eine bekannte Thatfache. Der Schwefel vermag das eben so wenig. Enthält daher die Blende Sauerstoff, so muß sie ihn notwendig der Kohle abtreten, wenn diese auf sie einwirkt.

Ich habe gelbe durchsichtige Blende mit Tannenkohlen gepulvert eine Stunde lang in der Glühhitze erhalten, und es zeigte sich keine Spur von schwefligsaurem Gas. Als ich die Mengung wusch, um die Kohle davon zu trennen, erhielt ich die Blende unverändert wieder. Wie paßt das damit, daß die Blende Sauerstoff enthalten soll?

Ich glühte darauf 100 Gran von derselben Blende mit 100 Gran Schwefel. Sie hatte dadurch auch

*) Journ. de Phys., Fevr. 1807, p. 150. Gilb.

nicht um einen Gran an Gewicht zugenommen, und ihre Farbe war unverändert. Hieraus läßt sich schließen: *erstens*, daß in der Blende das Metall mit Schwefel gesättigt ist; und *zweitens*, daß es sich darin ohne Sauerstoff befindet, denn sonst würde der Schwefel sich in diesem Falle des Sauerstoffs habhaft bemächtigen müssen. Ueberdies läßt daran der folgende Versuch keinen Zweifel.

Es wurden 125 Gran reinen Zinkoxyds mit eben so viel Schwefel zusammen gerieben, und mit einander erhitzt; das Produkt wog nur 116 Gran. Ich erhitzte es noch ein Mahl mit einem neuen Zusatz an Schwefel, und darauf wog es 118 Gran. Als dieses zum dritten Mahle geschah, blieb es bei diesem Gewichte von 118 Gran. — Ich habe diesen Versuch noch zwei Mahl angestellt; immer blieb das Produkt, welches dadurch entstand, bei dem Gewichte von 118 Gran stehen. Hieraus muß man schließen, daß, wofern kein Irrthum vorgegangen ist, 18 Theile *) Schwefel die Stelle von 25 Theilen Sauerstoff einnahmen, welche in diesem Oxyde condensirt waren. Ich brauche nicht erst zu bemerken, daß sich hierbei Ströme von schwefelighaurem Gas aus dem Gefäße ergießen.

*) Im französischen Originale steht die Zahl 38, unstreitig durch einen Druckfehler, da 118 zwei Mahl, und mit Worten geschrieben vorkommt.

Guyton de Morveau, glaube ich, war der Erste, der durch Erhitzung von Zinkoxyd mit Schwefel den Schwefel-Zink erzeugt hat. Die künstliche Blende bleibt pulverulent; es scheint mir aber, nach der Arbeit Guyton's, daß sie schmelzen kann, wenn man starkes Feuer auf sie wirken läßt. *)

Daraus, daß die Blende durchsichtig ist, hat man geglaubt, schließen zu müssen, daß in ihr der Zink oxydirt sey. Aber auch das Schwefel-Quecksilber und der Schwefel-Arsenik sind durchsichtig, und doch sind sie ohne Sauerstoff. Der Schwefel-Arsenik erträgt jeden Grad von Hitze, ohne weder eine Spur von schwefligsaurem Gas zu geben, noch seine Durchsichtigkeit zu verlieren, indess aus der Arseniksäure und dem Arsenikoxyd, wenn man sie mit Schwefel erhitzt, sich Ströme von schwefligsaurem Gas ergießen, und ähnliche durchscheinende

*) Man vergleiche hiermit, (voriges Heft, S. 460,) das Verhalten der Varietät Blende, welche Herr Kidd untersucht hat. Nachdem sie beim schwachen Rothglühen 0,34 an Gewicht verloren hatte, und nadelförmig sich krySTALLISIRENDE Zinkblumen aus ihr aufgestiegen waren, und sie nun in die stärkste Hitze einer mäßigen Schmiede gebracht wurde, sublimirte sich das Mineral in kleine braune prismatische KrySTALLE, die an den Seiten des Tiegels fest anfasen, und die in allem halbdurchsichtigen KrySTALLen brauner Blende glichen. *Gilb.*

Schwefel-Verbindungen, als aus dem Arsenikmetall mit Schwefel entstehn. In allen diesen Schwefel-Metallen ist daher kein Sauerstoff vorhanden, und die Durchsichtigkeit kann hinfüro nicht weiter als ein Grund für die Behauptung angeführt werden, ein Schwefel-Metall enthalte Sauerstoff.

Aber warum läßt sich denn der Zink nicht unmittelbar mit Schwefel vereinigen? Ich gestehe, daß ich dafür keine Erklärung absehe. Ich war Willens, den Zink mit Zinnober und andern Schwefel-Metallen zu behandeln, aber andere Gegenstände haben mich daran gehindert.

Häufig ist der Schwefel-Zink durch Oxyde und durch andere Schwefel-Metalle maskirt. Daher rühren die *rothen, schwarzen, aschgrauen, grünlichen* und andern *Blenden*. Man hat daraus lauter verschiedene Arten gemacht; das ist gerade so, als wollte man in einer Naturgeschichte der Wolle besondere Arten aus der roth gefärbten, der schwarz gefärbten, der grau gefärbten und der grün gefärbten Wolle machen.

Es giebt Blenden, welche durch rothes Eisenoxyd gefärbt sind, und doch schwarz scheinen; ihr Pulver ist indess roth. Zerlegt man sie durch *Salzsäure*, so tritt dabei das Eisen in das *Maximum* der Oxydirung zurück, weil sich während des Auflöfens Schwefel-Wasserstoff bildet. Hierauf muß man Acht haben, um sich nicht verführen zu lassen, Ei-

senoxyd im *Minimo* anzunehmen, wo die Natur Eisenoxyd im *Maximo* hingelegt hatte.

Andere Blenden enthalten Bleioxyd oder Schwefel-Blei. Wenn man sie mit Salzsäure angreift, so findet sich das Blei ganz in der Auflösung. Nimmt man aber Salpetersäure, so muß man es allein im Rückstande suchen. Der Grund davon fällt in die Augen: der Schwefel der Blende acidifirt sich auf Kosten der Salpetersäure, und schlägt das Blei als schwefelsaures Blei aus der Auflösung nieder.

Schwefel-Wasserstoff fällt die Zink-Auflösungen. Er erzeugt in ihnen ein gelblich-weißes Pulver, welches *Schwefel-Wasserstoff-Zink* ist. Diese Fällung hat ihre Gränzen. Sticht die Säure stark hervor, nachdem ihr ein großer Theil des Oxyds entzogen worden, so macht sie dem Schwefel-Wasserstoff das übrige Oxyd streitig, und die Fällung hört auf. Man muß dann etwas Alkali zusetzen, um den Ueberschuß an Säure zu neutralisiren.

Die Schwefel - Wasserstoff - Alkalien gaben mit Zink - Auflösungen denselben Niederschlag.

Die Salpetersäure wirkt mit Heftigkeit auf den Schwefel - Wasserstoff - Zink, indem sie den Wasserstoff und einen Theil des Schwefels verbrennt. Salzsäure entbindet daraus in der Kälte Schwefel-Wasserstoffgas in Menge.

Wird der Schwefel-Wasserstoff-Zink bis zum Rothglühen erhitzt, so verwandelt er sich unter

Entbindung von Wasser und schwefliger Säure in einfachen Schwefel-Zink oder Blende. *)

So wohl der natürliche als der künstliche Schwefel-Zink giebt, wenn man ihn mit Salzsäure behandelt, Schwefel-Wasserstoffgas. In diesem Falle ist das Gas indess kein Edukt, sondern ein Produkt, da das Wasser der Säure sich hierbei gerade so zersetzt, als wenn man die Salzsäure auf Zink wirken läßt.

*) Es ist also eine Verbindung von Zinkoxyd, nicht von regulinischem Zink, mit Schwefel-Wasserstoff, und darin dem mineralischen Kermes und dem Mulsivgolde ähnlich. Gilb.

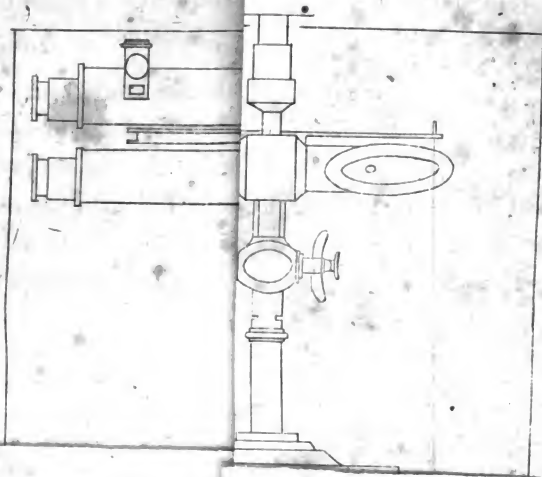
Berichtigungen für das vorige Heft.

Seite 366 Zeile 15 und 16 lese man statt: Bezeichnet man mit *a* das Verhältniß, — den Verhältniß-Quotienten, (das heißt, den Quotienten des Vordergliedes in das Hinterglied.)

Seite 402 Zeile 5 von unten setze man 0,195 statt 11,195.

— 402 — 1 — — $\cot g H$, statt $tg H$.

— 404 — 1 — — das specifische Gewicht des Dampfes, des unter einem Drucke von 28" siedenden Wassers.





ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, SECHSTES STÜCK.

I.

BEITRÄGE

über

*electrisch-geographische Polarität,
permanente electrische Ladung,
und magnetisch-chemische Wirkungen,*

vom

Prof. E R M A N,

Mitgliede d. kön. Akad. der Wiss. zu Berlin.

(B e s c h l u s s.)

II. *Von der permanenten electrischen
Ladung.*

13. **D**as zweite Problem, welches wir aufzulösen haben, lautete folgender Massen:

Magnetisation erzeugt *bleibende Polarität, perennirende Ladung*: sollte Electrification so absolut verschwinden, wie wir gewöhnlich glauben? sollte eine augenblickliche Berührung mit dem unendlich

Annal. d. Physik, B, 26, St, 2, J, 1807, St, 6,

I

großen Leiter in der That hinreichen, jede Spur von Ladung zu vertilgen?

Es ist ein wesentlicher Unterschied, daß bei der Magnetisation die Ladung und der Gegensatz bleibend sind, daß beide dagegen bei den electricen Leitern durch die erste Berührung des Bodens verschwinden. Dieser Unterschied giebt uns eine größtmögliche Expansibilität als den Charakter der Electricität, während dem Magnetismus eine viel beschränktere Expansibilität eigen ist, die das einmahl gestörte Gleichgewicht nur nach langer Zeit wieder herzustellen vermag. Es fragt sich aber, ob dieser Charakter auch durchaus gegründet, ob das Verschwinden der electricen Polarität nicht vielleicht bloß scheinbar ist? und ob man durch keine Mittel und in keinem Falle Spuren des electricen Gegensatzes, der bei Leitern einmahl Statt gefunden hat, trotz der mangelnden Isolation, wahrnehmen kann? Daß eine solche perennirende electriche Ladung uns dem gesuchten Uebergange aus dem electricen in das magnetische Gebiet nähern würde, ist einleuchtend.

Es ist uns allerdings gelungen, durch Zusammensetzung gewisser *heterogener* Körper electriche Systeme zu bilden, die ihren Gegensatz; (ihre Ladung,) sehr lange erhalten: es ist sogar wahrscheinlich, daß diese Systeme die Spuren der ihnen einmahl zu Theil gewordenen Ladung nach einer unendlichen, oder wenigstens nach einer eben so langen Zeit, wie die magnetischen Stäbe, noch zeigen

würden, wenn wir die Prüfung mit hinlänglich empfindlichen Werkzeugen vornähmen. Es ist glaublich, daß ein Electrophor die einmahl erregte Kraft nie ganz verliert, so lange die Theile desselben unverändert beisammen bleiben. Dasselbe gilt von der Verstärkungsflasche; auch nachdem sie entladen worden, bleibt sie ein geladenes Electrophor, und wenn man nach Jahren die Belegungen trennte, so würde vermuthlich ein höchst erregbarer Condensator noch Spuren der Ladung offenbaren: und ein sich selbst überlassener leicht magnetischer Stahlstab würde nach derselben Zeit nur eben so schwache Spuren vom magnetischen Gegensatze zeigen. Endlich erregt die Voltaische Säule eine Polarität, welche vollkommen perennirend ist, wenn wir uns mit den geringen Graden begnügen, die ein nicht absichtlich befeuchteter Zwischenleiter in seinem gewöhnlichen hygroskopischen Zustande geben kann, da Maréchaux's so höchst empfindliches Electrometer factisch beweist, daß die Intensität dieser Wirkungen innerhalb gewisser Gränzen sich stets gleich bleibt, und keine progressive Abnahme erleidet.

Es kann hiernach in unserm zweiten Probleme nicht von bleibenden Electrificationszuständen und Gegensätzen überhaupt die Rede seyn, da wir dergleichen bereits kennen, und einige sogar in einem höhern Grade dauern und unwandelbar sind, als wir es beim Magnetismus selbst finden. Eine trockene Säule mag isolirt oder nicht isolirt, geschlossen oder offen stehen, sie verliert nichts von ihrer Kraft,

indess jeder Magnet, der natürliche wie der künstliche, eine eigenthümliche Lage, Umgebung und Behandlung zur Erhaltung und Kultur seiner Kräfte zu erfordern scheint. Aber wer sieht nicht ein, daß der Gegensatz des *Electrophoro perpetuo*, und des *Electromotore perpetuo*, doch nur eine trügliche, und durchaus keine wahre Aehnlichkeit mit dem bleibenden polarisirenden Gegensatze des Magnets hat? Vielmehr führt uns die scheinbare Aehnlichkeit, die Statt findet, geradezu auf einen wesentlichen Unterschied, der eben durch Beantwortung des zweiten Problems ausgeglichen werden soll. Die erwähnten Systeme, die uns eine bleibende electriche Ladung zeigen, bestehen aus *heterogenen* Substanzen, welche nur durch das regelmässige Zusammentreffen ihrer eigenthümlichen Wirkungen die erkünstelte Dauer der Ladung hervor bringen; die bleibende Polarität des Magnets ist dagegen ursprünglich, und tritt neben einer, (wenigstens für uns,) absoluten *Homogenität* hervor. Die an und für sich fortdauernde electriche Ladung eines homogenen nicht-isolirten Leiters, würde also allein die wahre Auflösung des Problems liefern, und einen wesentlichen Uebergang zu den Gesetzen des Magnetismus geben.

14. Eine scheinbare Annäherung zu diesem Uebergange finden wir gewisser Maßen in der electriche Ladung *aller homogenen Leiter*, die man im *Freien senkrecht auf dem Boden errichtet*; es ist unmöglich, ihnen, selbst wenn sie nicht isolirt sind,

den Gegensatz der electricischen Spannung zu nehmen, der nach der Richtung ihrer Länge entsteht, und der sich durch entgegen gesetzte Divergenzen deutlich zeigt, wenn man ihren obern Theil isolirt vom untern trennt. Aber auch diese perennirende Ladung der Leiter ist offenbar durch Aufsendinge, durch Gegenwirkung anderer Körper, (Luft oder Boden,) bedingt; mit einem Worte, sie ist ganz gleichartig mit jeder Vertheilung, welche die Nähe eines electricischen Körpers auf jeden Leiter nur so lange hervor bringt, als dieser in der gehörigen Entfernung verweilt. Die magnetische Polarität, die einem Stahlstabe ein für alle Mal mitgetheilt wurde, beruht hingegen auf sich selbst, und ist von jedem Aufsendinge unabhängig. Ein anderes wäre es, wenn der Leiter, der im Freien auf dem Boden senkrecht gestanden hat, bleibende Spuren des electricischen Gegensatzes selbst dann zeigte, wenn man ihn aus dieser Stellung in irgend eine andere bringt, nach Analogie des durch Aufstellung im magnetischen Meridian geladenen Eisens. Es ist mir aber nicht gelungen, hiervon je die mindeste Spur wahrzunehmen. So bald der in der senkrechten Stellung durch Vertheilung des Bodens electricisch gewordene Leiter aus dieser Lage entrückt wird, hört vielmehr jeder Gegensatz augenblicklich bei ihm auf. Und eben so finden wir in allen bisher bekannten Erscheinungen der gewöhnlichen Electricität, daß an keine permanente Ladung der unisolirten Leiter zu denken ist.

15. Sollte aber nicht die gesuchte Dauer der Ladung sich vielleicht an der Säule offenbaren, die sich überhaupt näher an den Magnet anschliesst, obzwar nur scheinbar, da sie ein heterogenes System ist, wo Pole erkünstelt werden, die beim homogenen Magnete ursprüngliche Bestimmung der Kraftäusserung zu seyn scheinen? Doch hiervon abgesehen, sollte nicht die Säule an einem metallischen Leiter, der, von Pol zu Pol angelegt, ihren Kreis geschlossen hat, eine bleibende Vertheilung wahrnehmen lassen, die der ähnlich ist, die wir am Magnete wahrnehmen? So lange ein Stück Eisen beide Pole des Magnetes mit einander verbindet, wirkt diejenige Hälfte, die den Nordpol berührt, auch wie ein Nordpol auf die Bouffole, und die, welche mit dem Südpole in Berührung ist, wie ein Südpol. So bald man aber den Contact aufhebt, findet man, dass die Hälfte, welche mit dem Nordpole in Berührung war, südliche Polarität erhält, und den Nordpol der Nadel anzieht, den südlichen aber abstößt. Die absolute Möglichkeit einer solchen dauernden electrischen Ladung, mit Inversion der Pole, durch die Säule bewirkt, ist an und für sich nicht zu läugnen; aber der Grad ihrer Wahrscheinlichkeit ist äusserst geringe, da das Ausbleiben des ersten Theils der Erscheinung uns kaum erlaubt, die Existenz des zweiten zu erwarten. Es zeigen in der That die metallischen Leiter während ihrer Anlegung an die Pole der Säule durchaus keine Bipolarität; es wird vielmehr hier, wie bei dem Electrophor und der Flasche, durch sie der electrische Gegensatz so voll-

kommen ausgeglichen, daß auf ihrer ganzen Fläche, eben so wenig wie an den Theilen der Säule selbst, weder $+E$ noch $-E$ wahrzunehmen ist. Es wäre also höchst paradox, wenn sich im Momente der Trennung ein Gegensatz erzeugen sollte, und zwar mit Inversion der Polarität.

Doch analogische Schlüsse können nicht gegen Erfahrungen bestehen, und in Herrn Ritter's *System der electrischen Körper* finden wir Erfahrungen aufgestellt, die von der entschiedensten Wichtigkeit sind, da sie die Realität eben dieser durch die Säule erzeugten perennirenden Ladung eines unisolierten Leiters mit Inversion der Pole beweisen würden. Folgende Stelle enthält das Wesentliche dieser Entdeckung, nebst mehreren nicht minder wichtigen Erscheinungen.

„Diese künstliche Nadel wird bereitet, indem man „eine 4 bis 6 Zoll lange Nadel von Kupfer, Silber oder „Gold, z. B., zwischen Wasser und Wasser in dem Kreise einer starken Säule bringt, und 10 bis 15 Minuten „in demselben verweilen läßt. Sie wird geladen, das „ist, sie ist im Kreise der Säule mit vorherrschender „unbedingter Erregung zugegen, und die daraus für sie „erfolgenden Modificationen, (siehe S. 330 — 332,) „werden zu mehr oder weniger bleibenden. Ihre innern chemischen Veränderungen bestehen in Oxygenation für die Seite, die früher *Hydrogen* gab, und Hydrogenation für die, mit der sie früher *Oxygen* gab. Es „ist also alles an ihr, was an jener natürlichen electrischen „Nadel zugegen seyn kann. Und aufgestellt vermittelst „eines Achathuts auf dem gehörigen Stativ zur freien „Bewegung, behauptet sie, unter einer Glasglocke vor

„Luftzug geschützt, nach Oscillationen eine Richtung,
 „welche ich zwar nicht auf den Grad bestimmen konn-
 „te, die aber doch constant noch zwischen Nord - Nord-
 „Ost und Nord - Ost und zwischen Süd - Südwest und Süd-
 „west gefallen ist. Sie giebt hierdurch einen *Electricis-*
 „*mus der Erde* an, wie wir einen Magnetismus der-
 „selben längst schon kannten. Seine Achse aber ist ver-
 „schieden von der, die letzterm zukommt. Ich habe
 „diese im August 1803 entdeckte neue Polarität der Er-
 „de bereits aufs mannigfachste und auf vielen andern
 „Wegen untersucht und bestimmt. Das Resultat ist, daß
 „sie während verschiedener Jahreszeiten und zu ver-
 „schiedenen Zeiten des Tages, und wieder an den ver-
 „schiedensten Orten, (im Zimmer wie im Freien,) sich
 „nahe in derselben Richtung behauptet hat, und ihre
 „Neigungslinie bei uns mit dem südlichen Horizonte
 „unter ihm einen Winkel macht, der über 50° beträgt.
 „In dieser electrischen Inclinationslinie lagern sich alle
 „auf vorige Art geladene Metallnadeln, wenn sie auf
 „Art magnetischer Inclinationsnadeln aufgehangen sind,
 „mehr oder weniger scharf; in ihr erhalten, an sich
 „völlig neutrale Ladungssäulen das Maximum von ihrer
 „wirklichen Ladung, was überhaupt die bloße Lage
 „in ihnen erzeugen kann: in ihr bekommt jeder Kör-
 „per ein Maximum electrischer Polarität; und ein feuch-
 „tes isolirt aufgehängenes Seil von 5 bis 6 Fufs Länge
 „ist different genug geworden, um mit seinen beiden
 „Enden sich gegen erregbare thierische Präparate, wie
 „eine Kette aus zwei verschiedenen Metallen zu verhal-
 „ten. Ich werde zu seiner Zeit umständlicher von allem
 „diesem handeln und die dazu gehörigen Versuche und
 „Apparate detaillirt genug beschreiben, um die Sache
 „zum Gegenstande einer allgemeinem Beschreibung zu
 „machen.“

(Ritter's *System der electrischen Körper*, S. 383.)

Als Kennzeichen dieser perennirenden Ladung wird von Herrn Ritter an andern Stellen angegeben: daß ein vollkommen homogener Metallleiter, nachdem er als schließendes Glied angewendet worden, nunmehr den Condensator mit entgegen gesetzten Electricitäten lade, je nachdem er ihn mit diesem oder mit jenem Ende berührt; und daß ein Metallstab, der an und für sich wegen seiner Homogenität keine Contractionen giebt, dieselben fort-dauernd, auch ohne irgend eine Isolation, in einem ausgezeichneten Grade gewährt, wenn er während 10 oder 15 Min. den Kreis der Säule geschlossen hat.

16. Eine so wichtige Modification der electrischen Kraft, wo die für charakteristisch gehaltene Expansibilität verschwindet, um einer dauernden Störung des Gleichgewichts Platz zu machen, ohne äußere Einwirkung und trotz der vollkommensten Homogenität, war wohl geeignet, mir die größtmögliche Genauigkeit bei Prüfung der Thatfachen zum Gesetz zu machen. Dessen ungeachtet, und ob es gleich an ernster Anstrengung von meiner Seite nicht gefehlt hat, muß ich doch gestehen, *daß es mir zur Zeit durchaus nicht gelungen ist, obige Sätze durch eigne Anschauung bestätigen zu können.*

Sollte vielleicht folgendes Mißverständniß hier obwalten?

Wenn der Metallleiter von Pol zu Pol als schließendes Glied *trocken* angelegt wird, das heißt so, daß er nach der Trennung die voll-

kommende Homogenität, die ihm vorher zukam, behält, so ist auch nicht die mindeste Spur einer Verschiedenheit in der eigenthümlichen Wirkung seiner beiden Enden wahrzunehmen: er zeigt nach der Trennung am Condensator und am Froschpräparate die vollkommenste Indifferenz. So oft aber während der Application, durch Vermittelung eines *feuchten* Leiters, solche Umstände eintraten, die durch chemische Einwirkungen, (durch Hydrogenation und Oxygenation und meistens Theils auch durch Erzeugung von Säure oder Alkali,) die Homogenität des Leiters an seinen entgegengesetzten Enden umstimmten, — zeigen sich allerdings, und wie es ganz natürlich ist, nach der Trennung einige Wirkungen, welche der hervor gebrachten Heterogenität entsprechen. Es giebt aber sehr leichte Mittel, zu zeigen, daß selbst in diesem Falle die Wirkung durchaus nicht von einer eigentlichen perennirenden Ladung abzuleiten ist. Die Wichtigkeit der Sache macht es mir zur Pflicht, mich hier etwas umständlicher in das Detail meiner prüfenden Versuche einzulassen, in der Hoffnung, daß mehrere Physiker sich mit denselben Untersuchungen beschäftigen werden, um meine Resultate zu widerlegen oder zu bestätigen. Am besten und sichersten würde uns wohl der Verfasser des Systems der electrischen Körper selbst, die Fehler aufdecken können, die ich begangen haben mag, und die mich auf Abwege gebracht haben könnten.

Ein Zinkstab, $4\frac{1}{2}$ Zoll lang und 1 Linie dick, der so eben in Kreide gegossen worden, und weder mit der Säule noch mit irgend einem Metalle in Berührung gekommen war, wurde mit dem Condensator durch Vermittelung eines Streifen feuchten Papiers in Verbindung gebracht. Weder das eine noch das andere Ende desselben bewirkte eine wahrnehmbare Ladung des Instruments. Dieser Stab wurde nun in seiner Mitte mit einer isolirenden Handhabe versehen, und so auf die Polarstücke einer isolirten sehr thätigen Zink-Silber-Säule von 200 Lagen gelegt. Man versicherte sich durch Zuziehung des Electrometers, daß der Kreis in der That geschlossen war, und daß folglich der Zinkstab nicht etwa durch unvollkommene Berührungen dem einen Pole mehr wie dem andern zugehörte. Nachdem der Zinkstab $1\frac{1}{2}$ Stunden in dieser Lage geblieben war, wurde er isolirt abgehoben, und zwar mit großer Vorsicht, um ihm nicht etwa, trotz der Isolation, eine von der einseitigen Einwirkung des zuletzt berührten Pols herrührende zufällige Ladung mitzutheilen, und darauf das eine Ende des Stabes durch Vermittelung eines feuchten Papiers an den Condensator gebracht. Es fand sich aber, daß der Stab durch seine Lage in der Säule durchaus keine dauernde Ladung erhalten hatte, denn in ähnlichen Versuchen, deren 4 sich auf die Prüfung des mit dem $+$ -Pol in Verbindung gewesenen Endes, und 4 auf die des entgegen gesetzten Endes bezogen, fand sich am Condensator gar keine Spur von

entgegen gesetzten Electricitäten, weder mit noch ohne Inversion der Polarität.

Dasselbe fand Statt bei Drähten von Silber, Platin und Graphit.

Oft geschah es zwar, wenn man, um die Prüfung abzukürzen, die Versuche viel schneller auf einander folgen liefs, dafs nach mehrern Wiederholungen einige Spur von Electricität entstand; sie war aber blofs zufällig, und rührte lediglich her, von der geringen, sehr gewöhnlichen und beinahe unvermeidlichen electrophorischen Erregung der condensirenden Substanz. Dieses war daraus zu ersehen, dafs die äufserst schwachen Divergenzen immer erst nach vielen Wiederholungen anfangen, wahrnehmbar zu seyn, und dann fortschreitend zunahmen. Diese zufällige Divergenz war übrigens, wenn sie entstand, stets gleichartig, man mochte den Condensator mit dem einen oder mit dem andern Ende des Stabes berühren.

Es gelang also nie, durch Hülfe einer starken Säule irgend eine bleibende Ladung eines metallenen Leiters zu bewirken, wenn die Application, so zu sagen, auf *trockenem* Wege, das heifst, so geschah, dafs keine chemische Heterogenität den Enden des Leiters mitgetheilt wurde. In mehrern Versuchen behandelte ich den Leiter auch unisolirt, doch änderte dieser Umstand, wie leicht zu vermuthen, durchaus nichts an dem Erfolge.

Wurde statt des an sich etwas unzuverlässigen Condensators das viel empfindlichere Nervenpräpa-

rat zur Prüfung angewendet, so fand sich eben so, daß metallische Leiter, deren Enden vorher keine Contractionen hervor gebracht hatten, ebenfalls keine gaben, wenn sie auch noch so lange mit den Polarstücken der kräftigsten Säule in trockener Berührung geblieben waren. Auch dieses so äußerst empfindliche Reagens zeigte also keine Spur einer dauernden Ladung der Metalle, selbst nicht unmittelbar nach der Trennung, und bei vollkommener Isolation des Metalles.

Drähte von Zink, von Platin und von Gold wurden zu dieser Prüfung mit gleichem Erfolge angewendet. Ein $2\frac{1}{2}$ Zoll langes Prisma, das aus der Mitte eines schönen Stücks sehr reinen englischen Graphits geschnitten worden war, gab vor der Application an die Säule, wenn die beiden Enden desselben an Muskel und Nerven angelegt wurden, keine Contractionen, ausgenommen an einem einzigen Punkte der Endfläche; dieser Punkt erregte aber die allerstärksten Zuckungen, ohne daß man selbst mit bewaffnetem Auge die Heterogenität entdecken konnte, welche diese Erscheinung bedingte. Nachdem dieser Graphitstab den Kreis trocken geschlossen hatte, fand sich nach wie vor die Fähigkeit, Contractionen zu erregen, auf diesen einzigen Punkt beschränkt, und von einer bleibenden electricischen Ladung war nicht die mindeste Spur zu entdecken.

Doch hiermit ist noch nicht entschieden, ob eine bleibende perennirende electricische Ladung nicht unter gewissen andern Bedingungen Statt finden

würde: vielmehr ist die ausdrückliche Bedingung, die wir im *Systeme der electrischen Körper* für diese Wirkung vorgeschrieben finden, die, daß der Leiter *zwischen Wasser und Wasser* angelegt werde. Es ist aber leicht einzusehen, daß eine homogene Metallnadel, welche zuvor keine Contractionen gab, solche allerdings verursachen muß, wenn ihre Enden auf feuchten Leitern ruhend, den Kreis einer thätigen Säule während 10 bis 15 Minuten geschlossen haben. Die chemischen Prozesse, welche hierdurch eingeleitet werden, sind bedeutend genug, um in einer viel kürzern Zeit eine ausgezeichnete oberflächliche Heterogeneität beider Enden der Metallnadel zu bewirken. So fand ich es in der That: es war sogar hinlänglich, nur das eine Ende des schließenden Metallstabes auf dem feuchten Leiter des einen Pols ruhen zu lassen, während das andere auf dem metallischen Polarstücke trocken lag, um durch das homogenste Metall Contractionen zu erhalten. Folgende Thatfachen beweisen aber, daß diese Wirkung bloß auf der erwähnten oberflächlichen Heterogeneität, nicht aber auf einer wahren dauernden electrischen Ladung beruht habe.

Eine Platinnadel gab an und für sich keine Contractionen. Nachdem man sie auf die trockenen Polarstücke der Säule gelegt hatte, gab sie ebenfalls keine. Wurde aber an einem ihrer Enden ein feuchter Leiter während der Schließung untergelegt, so gab der Draht augenblicklich sehr heftige Contractionen: wusch man aber das Ende, welches auf

dem feuchten Leiter gelegen hatte, durch hin- und herschwenken in reinem Wasser ab, so war augenblicklich die vorige Homogenität wieder hergestellt, und jede physiologische Wirkung verschwand.

Noch in die Augen fallender scheint mir folgender Beweis. Ein Platindraht, der im natürlichen Zustande keine Contractionen gab, wurde aus freier Hand so gehalten, daß eins seiner Enden auf dem feuchten Leiter des einen Pols, in einiger Entfernung von der Stelle ruhte, wo ein anderer von Pol zu Pol angelegter Draht an demselben feuchten Leiter die Säule schloß. Ob hier gleich an keine galvanische Ladung des Platindrahts zu denken war, da er ganz und gar nicht mit in den Kreis gezogen wurde, so hatte doch das Ende desselben, welches den feuchten Leiter berührte, von den chemischen Produkten der Wasserzersetzung jedes Mal so viel zufällige Heterogenität erhalten, daß der Draht nunmehr das Nervenpräparat auf das kräftigste erregte; aber man benahm ihm ebenfalls diese Eigenschaft durch bloßes abspülen mit reinem Wasser.

Es scheint mir wahrscheinlich, daß diese chemische Modification die Behauptung veranlaßt habe, daß Leiter durch Vermittelung der Säule eine bleibende Ladung anzunehmen vermögen. Ist das wirklich der Fall, so begreift man leicht, wie diese erlangte Eigenschaft ohne eigentlich so genannte Isolation sich erhalten kann. Daß sie sich aber leicht verlieren müsse, wenn der Oberfläche des Leiters durch häufiges Betaften und Berühren das anhängen-

de Heterogene geraubt wird, scheint mir eben so wahrscheinlich, und den obigen Versuchen ganz analog. Ich hatte einst Gelegenheit, zwei Nadeln zu prüfen, die Hr. Ritter 14 Tage vorher an einer Säule von 60 Lagen Zink - Kupfer, von 28 bis 30 par. Quadratzoll Plattenfläche geladen, und nachher in einem Briefe einem gemeinschaftlichen Freunde übersendet hatte. An der einen, die ein Platindraht war, $2\frac{1}{2}$ par. Zoll lang, und ungefähr $\frac{1}{8}$ Linie dick, fanden wir durchaus keine Spur von Heterogenität oder Polarität, wie man es nennen will; sie gab keine Contractionen, obgleich das Froschpräparat durch andere Prüfungen eine ausgezeichnete Erregbarkeit zeigte. Die andere Nadel hingegen, ein Stift Graphit, $\frac{5}{4}$ Zoll lang und beiläufig $\frac{1}{3}$ Linie dick, aus einer Bleifeder geschnitten, reizte allerdings denselben Frosch sehr kräftig. Es läßt sich aber nicht mit Bestimmtheit behaupten, ob nicht vielleicht zufällig dieser Graphitstift dieselbe ursprüngliche Heterogenität besaß, die ich in dem vorhin erwähnten Prisma angetroffen habe, das ich mit der größten Sorgfalt aus dem Innern meines Fossils geschnitten hatte. Vielleicht hatten auch die chemischen Wirkungen, bei der lockern Textur des Graphits, zufällig etwas tiefer eingegriffen, als beim dichtern Platin. Man bemerkte in der That an der einen Spitze des Stifts eine eigenthümliche Färbung; sie schien gewisser Malsen bunt angelaufen zu seyn.

Weder diese früher geladenen Nadeln, noch die, welche ich eben erst aus dem Kreise der Säule nahm, zeig-

zeigten je am Condensator irgend einen wahrnehmbaren Unterschied ihres relativen electricischen Zustandes. Die beiden Enden einer solchen Nadel erregten nie entgegen gesetzte Electricitäten am Condensator, eben so wenig wie die beiden Enden der vorher erwähnten Nadeln, die den galvanischen Kreis der Säule ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters geschlossen hatten. Dieser letzte Umstand ist auffallend, wenn man will; er wäre es aber viel mehr, wenn wir nicht wüßten, wie außerordentlich viel feiner die Angaben des Nervenpräparats, als die des besten Condensators sind. Ich glaube wenigstens kaum, daß die Schuld an den Werkzeugen, die ich anwendete, gelegen habe. Es waren vier vorzüglich gute Condensatoren, unter denen ich jedes Mal durch vorläufige Prüfung denjenigen wählte, der sich eben im Zustande des besten Wirkens befand.

17. Was die *Richtung* betrifft, welche homogene Metallnadeln annehmen sollen, nachdem man sie als schließendes Glied der Säule gebraucht hat, so muß ich gestehen, daß es mir trotz aller Bemühungen eben so wenig gelungen ist, an ihnen, als bei den heterogenen einfachen galvanischen Ketten, irgend ein Streben nach einer bestimmten Richtung wahrzunehmen. Eine silberne Nadel von mehr als 6 Zoll Länge, die ein sehr fleißig gearbeitetes Häutchen von Chrysopras erhalten hatte, und sich auf einer höchst zarten Spitze drehte, wurde so wohl nach der trockenen, als nach der feuchten Schlie-

fsung einer sehr thätigen Säule, unter einer Glasglocke aufgestellt. Sie zeigte aber jedes Mahl eine vollkommene Indifferenz der Richtung, so daß ich das so merkwürdige Phänomen einer electrischen Einspielung mit östlicher Abweichung und südlicher Neigung, weder bei dieser Nadel gewahr wurde, noch bei andern Nadeln von Platin, Zink oder Kupfer, die ich zur bessern Prüfung der etwanigen Inclination nach Art der Drehungswagen an seidenen Fäden, wie sie der Wurm gesponnen, aufgehängt hatte.

18. Eben so wenig ist es mir gelungen, den electrischen Zustand eines feuchten Leiters durch bloße Ausspannung in dem angeblichen *electrischen Meridiane* zu bewirken. Ein neues hanfenes Seil, 6 Fufs lang, war zwei Tage hindurch in Wasser eingeweicht worden. Das überflüssige Wasser wurde durch Ausschwenken entfernt, und das Seil an einem frischen Froschpräparat geprüft; es erregte in demselben auf keine Weise Zuckungen. Nun wurde an jedes Ende des Seils eine trockene gut isolirende Schnur von 5 Fufs Länge angeknüpft, und das Ganze im freien Felde in einer Richtung von *Nordost gen Nord* zu *Südwest gen Süd* so ausgespannt, daß die ganze Leine, vom Pflocke, der in die Erde getrieben war, bis zum Pfosten, an den das andere Ende befestigt wurde, einen Winkel von 55° mit dem Horizonte machte, und zwar war der nach Süden gerichtete Theil der fallende. In dieser Stellung verblieb das hanfene Seil während 6

Stunden. Nun schnitt ich es schnell von seinen Schnüren ab, ergriff die beiden Enden isolirend, und berührte damit Nerven und Muskel eines so eben präparirten Frosches. Es erschien aber nicht die mindeste Wirkung. Dieses ist indess kein Beweis, daß die Ausspannung des Seils in der angegebenen Richtung nicht hinreiche, um eine Polarität hervor zu bringen; denn wenn man das sehr begränzte Leitungsvermögen des bipolaren feuchten Seils erwägt, so wird man leicht einsehen, daß hier keine galvanische Contractionen Statt finden können, wenn auch die beiden Enden des Seils eine ganz ausnehmend starke Polarität wirklich angenommen hätten. Es zeigten sich auch in der That durchaus keine Contractionen, als ich mit zwei heterogenen an den Enden des Seils befestigten Metallen, durch Vermittelung des Seils, an Nerven und Muskel schloß. Möglich ist es, daß in den Versuchen, auf die sich hier das *electrische System* beruft, eine Täuschung Statt gefunden habe, so daß vielleicht eine Contraction durch bloßen mechanischen Reiz für eine galvanisch-bedingte angesehen wurde.

III. Von den chemischen Wirkungen des Magnetismus.

19. Sollte die magnetische Kraft durchaus ohne Einfluß auf chemische Verwandtschaft seyn? Dieses ist die dritte Frage, auf die es hier ankömmt.

11. Wie mächtig Licht, Wärme und Electricität in die Verwandtschaften der Körper eingreifen, ist bekannt: es scheint sehr unwahrscheinlich zu seyn, daß der Magnetismus allein eine Ausnahme machen sollte. Die chemische Beschaffenheit der Körper hat auf die Magnetisation einen so ausgezeichneten Einfluß; muß man nicht muthmaßen, daß umgekehrt auch die erregte magnetische Kraft auf die chemische Constitution einwirken müsse? Doch die Mittel, diesen Einfluß unmittelbar wahrzunehmen, werden vermuthlich unsrer Analyse noch lange entzogen bleiben. Gerade so wissen wir, daß ein gegebenes Verhältniß, ein gewisser chemischer Zustand der specifisch verschiedenen Glasarten, auf die Anziehung und die daraus erfolgende Brechung und Spaltung des Lichtes einen entscheidenden Einfluß haben. Ob aber und wie das Glas durch das hindurch strömende Licht chemisch verändert wird, darüber haben wir nicht einmahl Muthmaßungen; obzwar eine solche durch das Licht bewirkte Modification beim Glase eben so denkbar ist, wie bei der KrySTALLINSE, wo man doch glaubt, sie beobachten zu können.

20. Dürfte es uns gleich eben so wenig gelingen, den verschiedenen chemischen Zustand des Stahls, wenn er magnetisirt und wenn er nicht magnetisirt ist, direct wahrzunehmen, als das mit der chemischen Constitution eines und desselben Metalles mit und ohne erregte Electricität für immer der Fall seyn möchte; so bleibt uns doch die Hoffnung unbenommen, daß mittelbar, und bei Einwirkungen des ma-

gnetisirten Metalles auf gewisse andere Körper, endlich Verschiedenheiten ans Licht treten werden, die der magnetischen Polarität entsprechen. Die vielen unerwarteten durch die Pole der electricen Säule bedingten Zersetzungen sind ganz dazu geeignet, diese Hoffnungen zu beleben. Aus dem bisherigen Mangel an Erfolg scheint zu ergehen, daß, um den Faden erst anzuknüpfen, sehr mächtige magnetische Apparate, den Knightischen an Kraft gleich und wo möglich noch überlegen, erforderlich sind: auch ist es vielleicht nöthig, ihre Wirkung auf die verschiedensten Substanzen in sehr verschiedenen Temperaturen zu prüfen, um der Wissenschaft den Triumph zu erringen, dem Magnetismus endlich, nach Jahrhunderten, eine neue Ansicht abgewonnen zu haben. Vielleicht bleiben wir von diesem erhabenen Ziele nur deshalb entfernt, weil diese beiden Bedingungen nicht in Erfüllung gebracht sind; denn bisher hat man nur ohnmächtige Magnete und zwar beinahe ausschließend auf Zersetzung des Wassers und des atmosphärischen Wasserdampfs geprüft.

Daß man auf diesem Wege kein positives Resultat bis jetzt erhalten hat, ist man, meines Erachtens, zu behaupten berechtigt. Ich beobachtete seit einigen Jahren mehrere Nadeln und sieben Magnete, theils Stäbe, theils Hufeisen, von sehr verschiedenen Kräften, deren Intensität zwischen 15 bis 1 Pfund Belastung fällt, habe aber nie wahrgenommen, daß durch Zersetzung des atmosphärischen Wasserdampfs an dem einen Pole mit Bestimmtheit das

Oxyd früher oder häufiger als an dem andern entstanden wäre. Den Extremitäten dieser Magnete wurde einige Mahl während dieser Zeit der vollkommene metallische Glanz wieder ertheilt, und nachher wurden sie alle zugleich derselben feuchten Luft ausgesetzt, ohne daß die von einigen Physikern behauptete stärkere Oxydation je sich an einem der Pole vorzugsweise gezeigt hätte.

Sehr oft wurden völlig gleiche und gleich blank Stahldrähte an die Pole des 15 Pfund tragenden Hufeisens angelegt, und die beiden Spitzen der Drähte gleich tief in Wasser getaucht, das über einer Quecksilberfläche stand. Bei der vollkommenen Ruhe, in der ich diese Zusammenstellung erhielt, senkte sich bald das erzeugte Eisenoxyd von jeder Spitze auf die glatte Fläche des Quecksilbers, und bildete darauf zwei vollkommene Kreise, ohne daß ich je, weder in der frühern Erscheinung des Oxyds, noch im Durchmesser der Kreise nach mehreren Stunden und Tagen, irgend einen Unterschied wahrgenommen hätte, der sich auf die verschiedene Polarität der beiden Drähte auch nur mit einem Anscheine von Bestimmtheit bezogen hätte.

Dasselbe geschah, als ich statt der Quecksilberfläche einen sehr gut polirten Stahlspiegel wählte, um den durch Wasser unterbrochenen magnetischen Kreis durch seine Vermittelung zu schliessen. Auch hier gab die südliche und die nördliche Stahlspitze keinen wahrnehmbaren Unterschied in der Menge des erzeugten Oxyds,

Eben so wenig konnte ich durch Anwendung einiger Neutralsalze und mehrerer Säuren, die ich in diesen Versuchen anstatt des reinen Wassers gebrauchte, eine befriedigende Anzeige von chemischer Wirkung des Magnetismus entdecken.

Dafs in ähnlichen Versuchen keine dem Wasser durch Magnetismus entlockte Gasart zum Vorscheine komme, haben auch die Herren Lüdicke und Steinhäuser früher gelehrt, und ihr Resultat stimmt durchaus mit dem meiner mit den ihrigen gleichzeitigen und auch meiner spätern Prüfungen überein.

Die früher angedeuteten Gründe scheinen mir dennoch stark genug, um uns die Pflicht aufzulegen, uns mit diesen negativen Resultaten nicht zu begnügen, und die wichtige Sache noch nicht als abgethan anzusehen. Wir müssen vielmehr immerfort hoffen, dafs es endlich einem besser ausgestatteten glücken werde, chemische Wirkungen des Magnetismus zu entdecken, und dadurch sich in den Jahrbüchern der Wissenschaft einen unsterblichen Ruhm zu erwerben.

21. Ich beschliesse diesen Bericht meiner prüfenden Versuche, der den Leser vielleicht um so mehr gelangweilt hat, je gewissenhafter er ist, damit, dafs ich noch einer Untersuchung erwähne, deren Erfolg ebenfalls meinen Hoffnungen nicht entsprochen hat, und die manchem vielleicht scheinen dürfte, an das Sonderbare zu gränzen. Es schien mir nämlich nicht unmöglich, dafs der Magnetismus, wenn er durch leuchtende Wärme zerstört

wird, in dem Momente, wo vermuthlich seine Expansibilität durch Einwirkung von Licht und Wärme gesteigert wird, als dasjenige entweiche, was mit ihm eine so grofse Aehnlichkeit hat, und von ihm meisten Theils durch höhere Expansibilität sich unterscheidet. Ich nehme keinen Anstand, zu gestehen, dafs ich gesucht habe, diese höchst sanguinische Hoffnung einer durch chemische Potenzen bedingten Umwandlung des Magnetismus in Electricität, wo möglich zu realisiren; und dafs ich sogar, trotz des bisherigen Mißglückens, diese Hoffnung noch nicht ganz aufgegeben habe.

Es wurde ein starker hufeisenförmiger Magnet gut isolirt, und seine beiden Pole wurden durch zwei Stahldrähte mit einer weifs glühenden, ebenfalls vollkommen isolirten Masse Eisen verbunden: ich hoffte, dafs dieser glühende Contact entweder an sich selbst, oder an der von ihm entweichenden Luft, Zeichen von Electrification geben würde. Es ist mir aber bis jetzt nie gelungen, selbst mit Hülfe des Condensators, auch nur eine Spur davon wahrzunehmen. Allerdings wäre es rathfamer gewesen, die Totalität des Magnets, und nicht blofs einen Theil seiner Kraftäufserung durch Glühhitze zu behandeln: ich fand aber dabei eine Schwierigkeit, die ich nicht zu überwinden wufste. Die zum Durchheizen des Magnets angewendeten Kohlen haben eines Theils die Isolirung auf, und erregen andern Theils durch ihre Verdampfung eine Electricität, welche leicht den irrigen Wahn eines geglück-

ten Erfolgs erzeugen könnte; dagegen ist es leicht, das Eisen erst in den isolirten magnetischen Kreis aufzunehmen, wenn es bereits so eben den höchsten Grad der Glüehitze angenommen hat. Wer indess einen sehr kleinen kräftigen Magneten, einen natürlichen oder besser noch einen künstlichen, beschäße, und Gelegenheit hätte, ihn im Focus eines großen Brennglases oder eines Brennspiegels sehr stark zu erhitzen, sollte es doch versuchen, dieses Glühen auf der Deckplatte eines Luotelectrophors vorzunehmen, mit allen den Vergleichen und Rücksichten, deren es hier allerdings viele giebt. Da, wo uns alles fehl schlägt, und uns doch am guten Erfolge so unendlich viel gelegen ist, müssen wir mitunter selbst das Allerunwahrscheinlichste nicht ungeprüft verwerfen.

II.

FORTGESETZTE BEMERKUNGEN

über die *Adhäsion tropfbarer Körper*,

von

H. F. L I N K,

Professor zu Rostock.

In diesen *Annal.*, (1806, St. 10,) XXIV, 121 f., sind von mir einige Versuche über die Adhäsion der tropfbaren Körper mit einander erzählt worden. Es schien mir, wie Carradori, daß eine Wahlanziehung dabei Statt finde; während aber jener aus einigen Versuchen auf eine gänzliche Verschiedenheit zwischen ihr und der chemischen Verwandtschaft geschlossen hatte, glaubte ich vielmehr eine Uebereinstimmung zwischen beiden zu sehen. Ich erinnerte indessen an die Eingeschränktheit jener Versuche, so wie an die geringe Kenntniß, welche wir von der chemischen Verwandtschaft überhaupt haben. Doch es mag mit jener Uebereinstimmung seyn wie es will; es kam nur darauf an, Wahlanziehung von irgend einer Art zu finden, um die Annahme derselben auch in andern Fällen zu rechtfertigen.

Ich hatte am angeführten Orte Prevost's od-moskopische Versuche nur berührt und überhaupt

die Adhäsion der tropfbaren Körper mit festen ganz aus der Acht gelassen.

Die Erfolge zeigen sich auf *festen* Körpern verschieden von den Erfolgen auf tropfbaren. Es entsteht nämlich um den Körper, welcher den andern vertreibt, eine trockene Stelle, und der letztere scheint sich von jenem in einiger Entfernung zurück zu ziehen. Prevost hält dieses für eine bloße Folge der ausströmenden, riechenden Theilchen; Carradori sieht auch hier eine Wahlanziehung, und bringt sehr überzeugende Gründe gegen Prevost vor. Das wichtigste, was Prevost anführt, und was einen grossen Schein hat, besteht darin, daß es einerlei sey, auf welchem Körper man die Versuche anstelle, und daß z. B. Weingeist das Oehl und das Wasser von einer Glasplatte wie von einer Eisplatte zurück treibe.

Im Ganzen ist dieses richtig. Ich habe Versuche auf Platten von Glas, Quarz, Chalcedon, Serpentin, Marmor, Alabafter, Steinsalz und Perlmutter angestellt, und dieselbe Folge gefunden. Nur ist die Geschwindigkeit, womit die Vertreibung geschieht, verschieden; sie geht auf Glas viel schneller vor sich, als auf Quarz. Auch in Rücksicht der flüssigen Körper stimmen meine Versuche mit Prevost's Angaben, (siehe *Annalen* am angef. Orte, S. 180,) ziemlich überein, nur kann man zwischen Weingeist und Wasser noch die Säuren einschieben. Aber aus dieser beständigen Folge läßt sich weiter nichts herleiten, als daß die Gesetze der Wahlan-

ziehung einfacher feyn möchten, als wir bisher geglaubt haben.

Folgender Versuch zeigt, daß nicht bloß der Stofs elastischer Theilchen jene Vertreibung verursacht. Man giesse eine Schicht von Terpenthinöhl auf eine Quarzplatte und tropfe Weingeist mit Lackmus gefärbt darauf, so wird man es mit einiger Behutsamkeit leicht dahin bringen können, daß der Tropfen auf dem Oehle schwimmt, ohne es zu vertreiben. So bald aber der Tropfen von einer grössern Höhe herab fällt, so daß er den Stein berührt, geht die Vertreibung schnell von Statten. Wirkte hier nur der Stofs ausströmender Theilchen, so sieht man nicht ein, warum die Wirkung erst bei der Berührung des kalten Steins, (die Versuche wurden oft mit sehr kalten Steinen angestellt,) erfolgt.

Bis zum Sieden erhitztes Wasser wirkt nicht mehr und nicht anders, als kaltes Wasser; ebenfalls ein bedeutender Grund gegen die erwähnte Meinung.

Wenn auch bei dem ersten Blicke die Reihe der Vertreibungen sich nach der Flüchtigkeit richtet, so leidet doch dieses manche Ausnahmen. Reines Ammonium treibt nach meinen Versuchen eine Kalialösung nicht fort, und ist doch viel flüchtiger als diese. Andere Gründe hat bereits Carradori angegeben.

Obgleich also der Stofs flüchtiger Theilchen keinesweges die einzige Ursache jener Erscheinungen

ist, so geschieht doch ohne allen Zweifel dabei eine Entwicklung von Dämpfen, welche sich auf die Platte anlegen, und den scheinbar trockenen Kreis um die aufgetropfte Flüssigkeit machen. Gießt man eine salzsaure Verbindung auf die Glasplatte, und tröpfelt Schwefelsäure darauf, so bildet diese einen isolirten Tropfen, aus welchem sich Dämpfe entwickeln, und im Umkreise wird die übrige Flüssigkeit zurück getrieben. Bringt man Terpenthinöhl auf eine Glasplatte und tröpfelt Schwefelsäure darauf, so werden die Tropfen braun und vertreiben dann das Terpenthinöhl. Es wird also das Oehl nicht von der Säure vertrieben, sondern aus beiden entsteht ein neues Produkt, welches die Vertreibung macht. Umgekehrt, wenn man mit Schwefelsäure eine Platte überzieht, und Terpenthinöhl darauf tropft, so entstehen eben solche braune Tropfen, welche nun auch die Schwefelsäure zurück treiben. Auffallend ist es, daß jede auch noch so geringe Menge von Fettigkeit Wasser vertreibt. Salpeterkrystalle auf frischem Bruche thun dieses nicht, wohl aber, wenn man sie eine kurze Zeit zwischen sonst dem Anscheine nach gar nicht fettigen Fingern gehalten hat.

Das Niederfallen und Anlegen der Dämpfe auf eine Glasplatte läßt sich in einigen Fällen deutlich bemerken. Man tröpfele auf eine Glasplatte einen Tropfen Salzsäure und daneben einen Tropfen reinen Ammoniums, so wird man deutlich sehen, daß sich die aufsteigenden Dämpfe erst auf die Platte werfen, und dann in die Höhe steigen. Ein Tro-

pfen rauchender Salpetersäure auf eine Glasplatte getropft, wird im Umfange mit einem leichten Thau umgeben, und dieser verbreitet sich weiter, so wie der Tropfen fortfließt. Noch deutlicher wird dieses, wenn man die Glasplatte mit einem fettigen Tuche zuvor abwischt, und dadurch die Reibung vermehrt oder das Zerfließen des Tropfens verhindert. Andere flüchtige Substanzen verbreiten einen ähnlichen Thau um sich her. Prevost behauptet, er habe das vom Kampher ausfließende Oehl, wovon Carradori redet, nie gesehen, (*Annalen*, XXIII, 176;) aber es fährt allerdings ein Dampf vom Kampher aus, welcher sich als ein farbenspielendes Häutchen anlegt, und man bemerkt dieses deutlich, wenn man auf einer blauen Glasplatte Wasser von Kampherstückchen vertreiben läßt.

Wenn man also die Versuche auf festen Körpern anstellt, so hat man eigentlich auf eine doppelte Erscheinung zu sehen. Es wird nämlich nicht allein Dampf entwickelt, welcher sich als Thau auf die Platte anlegt und einen scheinbar trockenen Kreis bildet, sondern auch die Flüssigkeit wird dadurch vertrieben. Die Anziehung der Platte befördert die Entwicklung von Dämpfen; die Reibung verhindert den Tropfen, ganz seiner Anziehung zu folgen und auf dem festen Körper zu zerfließen; nur die leicht beweglichen, flüchtigen Theilchen entfernen sich von ihm. Die ganze Erscheinung ist also ein Produkt der eigenthümlichen Flüchtigkeit der Substanz und ihrer Anziehung zur Platte.

Nach dem, was hier gesagt worden, wird man sich nicht wundern, daß die Versuche mit *Haarröhrchen* nicht damit überein stimmen. In den Versuchen mit *Haarröhrchen* scheint der Weingeist eine sehr geringe Verwandtschaft mit dem Glase zu haben, in den Versuchen auf gläsernen Platten eine sehr große. Dort kommt aber außer der Anziehung zum Glase, die eigenthümliche Zähigkeit des Weingeistes, dessen öhlartige Consistenz man leicht gewahr wird, wenn man ihn von einer Platte abwischt, vorzüglich in Betrachtung. Daher steigt auch Schwefelsäure, welche lange nicht so zähe ist, wie die kleinen Tropfen derselben beweisen, höher in *Haarröhrchen* auf, als Weingeist. Auf Platten hingegen wirkt außer der Anziehung die Flüchtigkeit der Substanz, und ihre Zähigkeit hat auf die Erfolge nur einen sehr geringen Einfluß.

III.

Von der Messung der Höhen vermittelst des Barometers,

von

Herrn DE LA PLACE,

Kanzler des Senats, Großofficier der Ehren-
legion und Mitglied des Nat. - Inst. *)

Mit Erläuterungen von Gilbert.

Die Messung der Höhen vermittelst des Barometers hängt eben so, wie die Theorie der Strahlenbrechung, von dem Gesetze ab, nach welchem die höhern Schichten der Atmosphäre an Dichtigkeit abnehmen. Es sey ρ die Dichtigkeit eines Lufttheilchens, das sich in einer Entfernung $a + r$ vom Mittelpunkte der Erde befindet; und zwar bedeute a die Entfernung der untern Station der Beobachtung von dem Mittelpunkte der Erde. Ferner bezeichne g die Schwere, und p den Luftdruck, beide an der Stelle, in welcher das Lufttheilchen sich befindet. Alsdann ist

$$dp = - g \rho \cdot dr. \quad **)$$

Der

*) Eine Uebersetzung des vierten Kapitels des zehnten Buchs des *Traité de mécanique céleste*, t. 4, (Paris 1805,) p. 289 f. Gilb.

**) Denn vermindert man die Entfernung vom Mittel-

Der Luftdruck p selbst, ist der Dichtigkeit ρ des Lufttheilchens proportional, *) multiplicirt mit der Wärme desselben, **) die wir mit z bezeichnen wollen. Bedeutet daher K einen beständigen Coefficienten, so ist:

$$p = K \rho \cdot z \quad (I) \quad ***)$$

Hieraus folgt $\frac{dp}{p} = - \frac{g dr}{K z}$,

telpunkte der Erde unendlich wenig, so nimmt der Druck um das Gewicht der Luftmasse zu, welche nun zu der, die zuvor durch ihr Gewicht den Druck erzeugte, hinzu gekommen ist. *Gilb.*

*) Das Mariottische Gesetz. *Gilb.*

**) Denn unter übrigens gleichen Umständen ist die Elasticität der Luft der Wärme proportional. *Gilb.*

***) Dieser constante Coefficient K muß sich also aus einer einzigen Beobachtung der Dichtigkeit der Luft, bei einem bestimmten Drucke und einer bekannten Wärme finden lassen. Hält z. B. der Luftdruck bei 0° Wärme, dem Druck einer Quecksilberfäule von $0\text{m},76$ das Gleichgewicht, und die Luft ist bei dieser Wärme und unter diesem Drucke Δ Mal specif. leichter als das Quecksilber, so würde eine $\Delta \cdot 0\text{m},76$ hohe Säule Luft, von der Dichtigkeit ρ und der Wärme 0° , durch ihre Schwere denselben Druck ausüben, den jedes Lufttheilchen durch seine Spannung aufsert; und also $\Delta \cdot 0\text{m},76 \cdot \rho = K \cdot \rho$ oder $K = \Delta \cdot 0\text{m},76$ seyn. Dieser constante Coefficient hängt also ab von dem Verhältniß der specifischen Gewichte zwischen dem Quecksilber und der Luft bei einem Drucke und einer Wärme, die bekannt sind. *Gilb.*

welches integrirt giebt

$$\int \frac{g}{z} dr = K \cdot \log \frac{(p)}{p}, \quad (\text{II})$$

wenn (p) den Druck der Atmosphäre in der untern Station bedeutet, wo die Werthe von r und des Integrals anfangen. *)

Bezeichnet man die Schwere an dieser untern Station mit (g) , so ist

$$g = (g) \cdot \frac{a^2}{(a+r)^2}, \text{ sehr nahe } = (g) \cdot \left(1 - \frac{2r}{a}\right)$$

und setzt man endlich noch $r \cdot \left(1 - \frac{r}{a}\right) = r'$, so hat man

$$\int \frac{g}{z} dr = (g) \cdot \int \frac{dr'}{z} \quad (\text{III})$$

Diese Functionen lassen sich nicht anders integrieren, als wenn man z durch eine Function von r' auszudrücken weifs, [und es kömmt daher auf das Gesetz an, wonach die Wärme in den höhern Schichten der Atmosphäre abnimmt.] Da indess der Werth dieser Integrale nur für einen Zwischenraum verlangt wird, der im Vergleich mit der ganzen Höhe der Atmosphäre sehr klein ist, so wird hier jede Function zulässig, welche die Temperatur der untern und der obern Station zugleich darstellt, und der gemäß die Temperatur von der einen Station bis zur andern ungefähr in einer arithmetischen Progression abnimmt. Und unter diesen Functionen

*) Und wo also ist $0 = K \cdot \log \frac{1}{(p)} + \text{Const.}$ daher
 $\text{Const} = K \cdot \log (p)$ seyn muß. Gilb.

nen ist es erlaubt, die auszuwählen, welche die Rechnung am einfachsten macht. Ich will daher annehmen, es sey

$$z = \sqrt{q^2 - ir'}$$

wobei q die Wärme an der untern Station bedeutet, und i so zu nehmen ist, daß dieser für z gesetzte Ausdruck die Wärme an der obern Station giebt. *) Wir haben dann

*) Das Resultat der sorgfältigen Untersuchungen, welche Herr Freiherr von Humboldt über das Gesetz, wonach die Wärme in den höhern Regionen der Atmosphäre abnimmt, angestellt, und in Band XXIII dieser *Annalen* mitgetheilt hat, ist: daß für je 121,1 Toisen, um welche wir uns höher in der Atmosphäre erheben, die Wärme sich um 1° R. vermindert. Dieses giebt 97° für jeden Grad Wärmeabnahme nach dem Centesimal-Thermometer, und folglich $q - z = \frac{r}{97}$, wenn q und z nach dem Centesimal-Thermometer und r in Toisen ausgedruckt werden. Diesem zu Folge ist $z = q - \frac{r}{97}$ und $q^2 - z^2 = (q + z)(q - z) = \frac{2qr}{97} - \left(\frac{r}{97}\right)^2$. Herr Laplace setzt $q^2 - z^2 = ir'$; und r' ist um eine so geringe GröÙe von r verschieden, daß wir hier beide für gleich nehmen können. Dies giebt

folgenden Werth für $i = \frac{2q - \frac{r}{97}}{97}$. Eigentlich ist al-

so i mit r variabel. Herr Laplace sieht aber i als constant an, und zwar nimmt er dafür den Werth, der für den Abstand r der beiden Stationen und für die Temperatur in der untern Station q , in

$$\int \frac{dr'}{z} = \frac{2r'}{q+z} \quad *) \quad (IV)$$

und folglich, [wenn man in (III) die Werthe der Integrale aus (II) und (IV) substituirt,]

$$r' = \frac{(q+z)}{2} \cdot \frac{K}{(g)} \cdot \log \frac{(p)}{p} \quad (V)$$

dem beobachteten Falle gilt: ein Werth, der zwar für jede Beobachtung ein anderer, auch, da er von r abhängt, unbekannt ist; der aber doch in der That für jeden der Rechnung unterworfenen Fall als constant angenommen wird, da man ihn für alle Zwischenwerthe von r geltend denkt. Soll dieses aber erlaubt seyn, so muß dieser Werth die Wärmeabnahme zwischen beiden Stationen sehr nahe so geben, wie sie sich nach dem Gesetze des Herrn von Humboldt verhält. Es sey der Abstand der beiden Stationen oder $r = b \cdot 97$ Toisen, also, wenn alles in der Regel ist, der Unterschied der Wärme an beiden Stationen b Grad, so ist für diesen Fall $i = \frac{2q-b}{97}$ und $z = \sqrt{q^2 - \frac{(2q-b)r}{97}}$. Setzt man hier r nach der Reihe $b, 2b, 3b$ etc.; so finden sich für z freilich die Werthe $q-1, q-2, q-3$ nicht genau, sondern mit Abweichungen, die bis auf ganze Grade steigen; dieses scheint indess doch hinzureichen, um die Annahme hier zulässig zu machen.

Gilb.

*) Es ist nämlich $ir' = q^2 - z^2 = (q+z)(q-z)$ und $d \cdot ir' = -2z \cdot dz$; daher $\int \frac{d \cdot ir'}{z} = 2(q-z) = \frac{2ir'}{q+z}$; also auch, da i als eine Constante betrachtet wird, $\int \frac{dr}{z} = \frac{2r'}{q+z}$.

Gilb.

Die Logarithmen bedeuten hier die natürlichen. Statt ihrer wollen wir die Briggischen nehmen; dieses verändert weiter nichts, als den Werth der Constante K . Ferner wollen wir die Temperatur des natürlichen Frostpunkts mit l bezeichnen, und die Temperaturen der untern Station, $q = l + t$, die an der obern, $z = l + t'$ setzen. Dadurch verwandelt sich unsre Formel in folgende:

$$r' = l \cdot \left\{ 1 + \frac{(t+t')}{2l} \right\} \cdot \frac{K}{(g)} \cdot \log \frac{(p)}{p} \quad (\text{VI})$$

Herr Ramond hat durch Vergleichung einer großen Menge Messungen von Bergen mittelst des Barometers, mit ihrer trigonometrisch bestimmten Höhe, gefunden, daß unter 50° Breite der Coefficient $\frac{Kl}{(g)} = 18336 \text{ Mètres ist. *)}$

Um die beständige GröÙe l zu bestimmen, wollen wir annehmen, t und t' bedeuten Grade des hunderttheiligen Quecksilber - Thermometers von dem Nullpunkte an gerechnet. Wenn ein Luftvolumen von der Temperatur Null erwärmt wird, so wächst für jeden Grad Wärme, um den die Tempe-

*) Bedeutet M den Modulus des Briggischen logarithmischen Systems, so ist $\log \text{ natur. } N = M \cdot \log \text{ Brigg. } N$. Zuvor war aber der Werth der Constante K , wie wir gesehen haben, $\Delta \cdot 0,0076$. Jetzt verwandelt er sich also in folgenden $K = M \cdot \Delta \cdot 0,0076$, und dieser Coeffic. ist für 0° Wärme $= \frac{M \cdot \Delta \cdot 0,0076}{(g)}$ voraus gesetzt, daß Δ sich auf 0° Wärme und $0,0076$ Druck bezieht. Gibb.

ratur desselben zunimmt, die elastische Kraft desselben, oder der Druck, den es ausübt. Diese Zunahme des Drucks beträgt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers sehr nahe 0,00375. Bezeichnet man daher den Druck oder die elastische Kraft der Luft bei 0° Wärme mit $\overline{p}$, so dürfen wir annehmen, daß dieser Druck für jeden Thermometergrad zunimmt um $0,00375 \cdot \overline{p}$. Der Druck, den die Luft ausübt, war aber nach (I) gleich $K \cdot (l + t) \cdot \rho$. Folglich haben wir $\overline{p} = Kl\rho$, und die Zunahme des Drucks für einen Thermometergrad $= Kl\rho \cdot \frac{1}{l} = \overline{p} \cdot \frac{1}{l}$. Es muß also $\frac{1}{l} = 0,00375$, oder $l = \frac{100000}{375}$ seyn. Werden diese Werthe in die Formel (VI) gesetzt, so verwandelt sie sich in folgende:

$$r' = 18336^M \cdot \left\{ 1 + \frac{(t+t')}{2} \cdot 0,00375 \right\} \cdot \log \frac{p}{p'} \quad (\text{VII})$$

Den Luftdruck p in der obern und (p') in der untern Station, erhält man durch den Stand des Barometers in beiden Stationen, wenn man ihn auf *einerlei Temperatur* reducirt hat. Ich habe durch einen genauen Versuch gefunden, daß das Quecksilber sich um $\frac{1}{5412}$ tel für jeden Thermometergrad ausdehnt. Man muß daher die an der kältern Station beobachtete Barometerhöhe um so viel $\frac{1}{5412}$ tel vermehren, als Centesimalgrade Unterschied zwischen den Temperaturen des im Barometer enthaltenen Quecksilbers an beiden Stationen Statt findet. Da die Temperatur des Quecksilbers im Barometer

nicht immer genau dieselbe ist, als die Temperatur der umgebenden Luft, so bestimmt man sie nach einem in dem Barometerbrette angebrachten Thermometer.

Diese Correction wegen der Temperatur reicht indess noch nicht hin. Man muß die beobachteten Barometerhöhen auch auf *einerlei Schwere* reduciren. Es mögen (h) und h die auf einerlei Temperatur reducirten Barometerhöhen an der untern und an der obern Station bezeichnen, so werden sie, da

$(g) = g \cdot \frac{a^2}{(a+r)^2}$ ist, wenn man die Barometerhöhe der obern Station auf die Schwere in der untern Station reducirt, (h) und $\frac{h}{(1 + \frac{r}{a})^2}$; also

$$\log \frac{(p)}{p} = \log \frac{(h)}{h} + 2 \log (1 + \frac{r}{a})$$

Oder, da $\frac{r}{a}$ eine sehr kleine Gröfse, und daher $\log \text{nat} (1 + \frac{r}{a})$ von $\frac{r}{a}$, folglich $\log \text{Brigg} (1 + \frac{r}{a})$ von $0,4342945 \cdot \frac{r}{a}$ nicht merklich verschieden ist,

$$\log \frac{(p)}{p} = \log \frac{(h)}{h} + 0,868589 \cdot \frac{r}{a} \quad (\text{VIII})$$

Der Coefficient 18336^{Met.} ist nur unter dem Parallelkreise von 50° ganz genau. Er verändert sich mit der Breite, und zwar im verkehrten Verhältnisse mit der Schwere (g) . Nach dem dritten Buche der *Méc. céleste*, No. 42, ist aber, wenn $[g]$

die Schwere unter dem Aequator, und ψ die Breite bedeutet, unter welcher die Schwere (g) ist,

$$(g) = \underline{g} \cdot \left\{ 1 + \frac{0,004208}{0,739502} \cdot \sin.^2 \psi \right\}$$

und hieraus folgt, daß der Coefficient, welcher unter 50° Breite $18336^{\text{Met.}}$ ist, unter einer Breite ψ seyn müsse $18336^{\text{M.}} \cdot (1 + 0,002845 \cdot \cos. 2\psi)$. (IX)

Setzen wir nun alle diese Correctionen in die Formel (VII), und statt r' seinen Werth durch r ausgedruckt, so haben wir

$$r = 18336^{\text{M.}} \cdot \left\{ 1 + 0,002845 \cdot \cos. 2\psi \right\} \cdot \left(1 + \frac{(t' + t)}{2} \cdot 0,00375 \right) \cdot \left\{ \left(1 + \frac{r}{a} \right) \cdot \log \frac{(h)}{h} + \frac{r}{a} \cdot 0,868589 \right\} \quad (\text{X})$$

Für den Werth von r nehme man in dem vierten Factor rechts vom Gleichheitszeichen, den Werth, welchen die Formel X giebt, wenn man in diesem Factor $r = 0$ setzte; und man setze $a = 6366198^{\text{m.}}$. Beides läßt sich ohne merklichen Fehler thun.

Die Correctionen, welche auf den Veränderungen der Schwere mit der Breite und mit der Höhe beruhen, sind sehr klein. Da sie aber gewiß sind, so ist es nützlich, sie mitzunehmen, damit in der Rechnung nur die unvermeidlichen Fehler der Beobachtungen mit eingehen, und die, welche von den nicht bekannten Anziehungen der Berge herühren, von dem hygrometrischen Zustande der Luft, (auf den es nöthig wäre mit zu sehen,) und endlich von der Hypothese, die wir über die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre gemacht haben.

Der hygrometrische Zustand der Luft liesse sich dadurch mit in Anschlag bringen, dass man den Coefficienten von $\frac{t+t'}{2}$ in der vorstehenden Formel etwas vermehrte. Denn der Wasserdampf ist leichter als die Luft, und wenn die Temperatur wächst, so nimmt auch die Menge desselben zu, wenn die übrigen Umstände dieselben bleiben. Ich finde, dass den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschieht, wenn man in dieser Formel statt $\frac{(t+t')}{2} \cdot 0,00375$ die Grösse $\frac{2(t+t')}{1000}$ setzt; *) wodurch die Formel zu folgender wird:

$$r = 18536^M \cdot \left\{ 1 + 0,002845 \cdot \cos. 2\psi \right\} \cdot \left\{ 1 + \frac{2(t+t')}{1000} \right\} \cdot \left\{ \left(1 + \frac{r}{a} \right) \cdot \log \frac{(h)}{h} + \frac{r}{a} \cdot 0,868589 \right\}. \text{ (XI.) **)$$

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze. G.

**) Eine Vergleichung dieser Formel mit der De Lüc'schen in Aufsatz V. G.

IV.

W Ä G U N G

*der Gasarten, des Queckfilbers und des
Wassers; und Bestimmung des Coeffi-
cienten für Höhenmessungen durch
das Barometer,*

von

den Herren BIOT und ARAGO. *)

Mit Bemerkungen von Gilbert.

Zu der Wägung der atmosphärischen Luft und der Gasarten diente ein grosser Glasballon, der zuerst luftleer und dann gefüllt mit Luft oder mit Gas gewogen wurde. Eine sehr genaue Wage, eine vortreffliche Luftpumpe und die oben S. 42 beschriebene Einrichtung an den Hähnen der Gasrecipienten, aus denen man den Ballon füllte, setzten die Herren Biot und Arago in den Stand, hierbei eine sehr grosse Genauigkeit zu erreichen.

Bei dem Abwägen wurde nicht nur auf den Stand des Barometers und des Thermometers gesehen, sondern auch auf den Stand des Hygrometers. Denn, sagt Herr Biot, da das specifische

*) Nach der dritten Note, welche ihrer Abhandlung über die Verwandtschaften der Körper zum Lichte angehängt ist. Gilb.

Gewicht des Wasserdampfs bei gleicher Elasticität nur $\frac{10}{17}$ von dem specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft beträgt, so verliert der Ballon, wenn er in feuchter Luft gewogen wird, weniger als in völlig trockener Luft an seinem Gewichte. „Die Menge des Wasserdampfs, der sich in der Luft befindet, wenn sie damit gesättigt ist, wird durch eine Formel gegeben, welche sich in der *Mécanique céleste* findet, und die Herr Laplace aus den Versuchen Sauffure's und Dalton's hergeleitet hat. *) Zwar ist die Luft nicht immer mit Feuchtigkeit gesättigt; allein das Hygrometer lehrt uns den Grad der Sättigung derselben kennen; und da für die Temperatur, in welcher wir unsre Wägung vorgenommen haben, Versuche von Sauffure vorhanden sind, welche die verhältnißmäßige Menge des verdunsteten Wassers für jeden Grad des Hygrometers sehr nahe bestimmen, so hatte es keine Schwierigkeit, aus diesen Resultaten eine Formel abzuleiten, die das absolute Gewicht der Gasarten giebt, so wie wir es gefunden haben würden, hätten wir sie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter dem constanten Drucke von 0,76 Mètres wiegen können.“

Wir haben stets die Vorsicht gebraucht, hinter einander den Ballon gefüllt und luftleer in der mög-

*) Die Formel, welche in den *Annales*. XXV, 431 und 434, steht. *Gilb.*

nächst kleinsten Zwischenzeit zu wiegen, damit die dünne Lage von Wasserdunst, womit die Oberfläche des Glases sich bezieht, in beiden Fällen dieselbe bleiben möchte; denn eine Veränderung derselben könnte eine merkbare Einwirkung auf die Resultate haben. Durch diese Vorsichtsmaafsregeln haben wir es dahin gebracht, dafs unsere Resultate nach allen Correctionen nur um einige Tausendtel eines Gramms von einander abwichen, ob sie gleich bei sehr verschiedenen Zuständen der Atmosphäre erhalten worden sind. Die Ausdehnung des Glases nach der Länge wurde für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerscale angenommen zu 0,0000087572, nach den Versuchen der Herren Laplace und Lavoisier. Dieses drei Mahl genommen, giebt die Ausdehnung des Volumens, gleich 0,0000262716.“

Es sey bei einem Barometerstande von p Mètres, und einer Temperatur von t Centesimalgraden, der Gewichtsunterschied des leeren Ballons und des Ballons voll Luft $= A$. Die Ausdehnung wegen des Glases für 1° Wärme sey k oder 0,0000262716; die Ausdehnung des Quecksilbers für 1° Wärme sey $\frac{1}{3412}$ des Volumens bei 0° Wärme; und endlich bezeichne T die Spannung des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs. Folgende Formel giebt dann den Gewichtsunterschied (A), wie er bei 0° Wärme, bei 0,76 Mètres Druck und bei einem Abwägen im luftleeren Raume sich gefunden haben würde,

$$(A) = \frac{A \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{(p - \frac{2}{3}T) \cdot (1 + kt)} \cdot *)$$

„Die Spannung T “, wiederholt Herr Biot,
„haben wir nach der Formel des Hrn. Laplace in

*) Denn es sind die Gewichte (A) , A der Luftmassen im Normalzustande und zur Zeit der Beobachtung ihrem Volumen direct, dem Drucke, unter dem sie stehn, ebenfalls direct, ihrer Temperatur aber indirect proportional, oder

$$(A): A = (0^m,76 : p - \frac{2}{3}T) + (1 : 1 + kt) + (1 + t \cdot 0,00375 : 1).$$

In dem Normalzustande, auf welchen Herr Biot alle Gewichte reducirt, wird die Luft unter $0^m,76$ Druck und bei 0° Wärme, als völlig trocken angenommen. In dem Zustande, in welchem sie sich bei der Beobachtung befindet, ist sie aber feucht; und zwar mögen die Wasserdämpfe in ihr einer Quecksilberfäule von T Mètres durch ihren Druck das Gleichgewicht halten, oder, mit andern Worten, eine Spannung T haben, während der ganze Druck der feuchten Luft p Mètres betrage. Nach Dalton kömmt dann auf die trockene Luft zur Zeit der Beobachtung nur der Druck $p - T$. Der Wasserdampf ist bei einerlei Spannung mit der atmosphärischen Luft specifisch leichter als diese. Um wie viel? darüber weichen die Bestimmungen, welche Herr Laplace aus Dalton's Versuchen gezogen hat, und die, welche mir aus ihnen zu fließen schienen, wesentlich von einander ab.

Nach Herrn De La Place ist das spec. Gewicht des Wasserdampfs in allen Temperaturen $\frac{1}{17}$ vom specifischen Gewichte der Luft unter gleichem Drucke und gleicher Wärme. Nach ihm würden also die specifischen Gewichte von trockener und

der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 273, [*Annalen*, XXV, 431,] und nach dem Grade der Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit geschätzt, welche aus

von feuchter Luft, die beide unter dem Drucke p und der Temperatur t stehn, wenn der Wasserdampf in letzterer die Spannung T hat, sich verhalten wie $p : p - T + \frac{10}{144} T$, oder wie $p : p - \frac{2}{7} T$; und dieses ist die Gröfse, welche in der obigen Formel statt p steht.

Mir schien aus Dalton's Ansichten zu folgen, dafs, wenn die zur Temperatur t gehörige Elasticität des Wasserdampfs in Theilen des Luftdrucks ausgedruckt T' ist, und das specifische Gewicht des Dampfs, des unter $0^m,76$ Druck siedenden Wassers $\frac{1}{144}$ vom specifischen Gewichte der Luft im Normalzustande beträgt, [*Annalen*, XXV, 405, Anm.,] das specifische Gewicht des Wasserdampfs von t Grad Wärme $\frac{T'}{1,44}$ sey. Und daraus folgt, dafs, wenn die Spannung des in der Luft wirklich vorhandenen Wasserdampfs T Mètres, der Druck der feuchten Luft p Mètres und die Wärme t Grad nach dem Centesimal-Thermometer ist, die specifischen Gewichte völlig trockner und solcher feuchter Luft sich zu einander verhalten müssen, wie $p : p - T + T \cdot \frac{T'}{1,44}$, oder wie $p : p - T$.

$(1 - 0,7 \cdot T')$; da $\frac{10}{144} = 0,7014$ ist, und wir für diese mit TT' multiplicirte Gröfse, ohne merkba- ren Fehler 0,7 setzen dürfen. Die obige Formel verwandelt sich hiernach in folgende:

$$(\Delta') = \frac{A \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{[p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')] \cdot (1 + kt)}$$

Bedeutet (ΔA) die Gröfse, um welche dieser

der Tabelle in Sauffure's Hygrometrie genommen wurde. So fand sich folgendes für die atmosphärische Luft.

Werth (A') den der obigen Formel (A) übertrifft, so hat man sehr nahe

$$(\Delta A) = (A) \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{T}{p} \left(1 - T' + \frac{T}{p} \right)$$

welches ΔA nur sehr wenig zu klein giebt. Die Werthe von T' giebt die Temperatur der Luft; es sind die Zahlen aus Dalton's Tabelle, *Ann.*, XV, 8, dividirt durch 30. Wenn man will, kann man diese Zahlen auch aus der Formel nehmen, durch welche Herr Laplace diese Tabelle darzustellen versucht hat, oder noch besser aus der Formel des Hrn. Soldner, *Annalen*, XVII, 65. (VIII) Wäre die Luft zur Zeit der Beobachtung völlig mit Feuchtigkeit gesättigt, so würden die Wasserdämpfe in ihr einen Druck von $T' \cdot 0^m,76$ ausüben, welches auch die Grösse von p sey. Denn die Elasticität des Wasserdampfs hängt blofs von der Wärme, nicht vom Drucke der Luft ab, und ist bei einerlei Wärme im luftleeren und im luftvollen Raume, und bei jeder Dichtigkeit der Luft, ganz gleich. Aus dem Hygrometerstande findet man nach der Tabelle, welche Sauffure in seiner Hygrometrie, S. 173, giebt, das Verhältnifs der Menge des Wasserdampfs in der Luft, wenn sie völlig feucht wäre, zu der Menge desselben in dem Zustande der Beobachtung. Ist diese Zahl h , so ist also

$$T = h \cdot T' \cdot 0^m,76.$$

So würde, meiner Meinung nach, Dalton's Ansichten gemäß, die Rechnung zu führen seyn, um das beobachtete Gewicht auf das Gewicht der Luft in dem Normalzustande zu reduciren. *Gilb.*

März.	S t a n d d e s			
	Barometers	Thermometers		Hygro-
	Mètres.	des	in der Luft.	meters.
		Barometers.		
1	0,7609	+ 10°,5	+ 10°,5	89°
2	0,7632	9,6	9,7	89
3	0,7552	11,5	11,5	89
6	0,7650	9,5	9,5	80
11	0,7358	7,8	8,8	83,5
12	0,7272	9,0	10,0	83
12	0,7290	7,9	8,9	83,5
12	0,7255	8,5	9,5	83,3

Mittel aus allen Versuchen

Mittel mit Ausschluss des Verf. am 11ten März

Das Detail der einzelnen Abwägungen der *Gasarten* giebt Herr Biot weder in der Abhandlung selbst,

*) Der Hahn war an den Ballon angelöthet, und dadurch das Gewicht vermehrt, nicht aber der Inhalt des Ballons verändert worden. B.

**) Bei allen diesen Reductionen der beobachteten Gewichte auf das Gewicht der Luft im Normalzustande, (bei 0° Wärme, 0^m,76 Druck und völliger Trockne,) liegt die im Texte stehende Formel und also das specifische Gewicht des Wasserdampfs nach der Bestimmung des Hrn. Laplace zum Grunde. Wir haben in der vorigen Anmerkung gesehen, dass

	1te	2te	3te
	$T' = 0,0129$	$; 0,0123$	$; 0,01369$
0,7	$T' = 0,009$	$; 0,0086$	$; 0,0096$
	$h = 0,864$	$; 0,864$	$; 0,864$
	$T = 0^m,00846$	$; 0^m,00807$	$; 0^m,00899$
	$p = 0^m,75943$	$; 0^m,76185$	$; 0^m,7536$
$p - T(1 - 0,7 T')$	$= 0^m,75104$	$; 0^m,75385$	$; 0^m,74470$
(A')	$= 78,2983$	$; 78,3049$	$; 78,3173$

des luftleeren Ballons.	Gewicht in Grammes des offenen Ballons voll Luft.	folglich der Luft.	reducirt auf den Normalzu- stand.
10228,062	10298,013	68,951	78,2554
026	018	6,992	7,2543
1031,515	1038,389	6,874	7,2580 *)
,369	,386	7,017	7,2479
,621	,386	6,765	7,2442
,718	,386	6,668	7,2530
,679	,386	6,707	7,2526
,736	,390	6,654	7,2462
.	.	.	7,25215
.	.	.	7,25323 **)

noch in den Noten; alles, was davon vorkömmt, find die allgemeinen Resultate in der S. 94 mitgetheilten

sie etwas anders ausfällt, wenn man das specifische Gewicht des Wasserdampfs so bestimmt, wie Dalton's Ansichten es mir zu fordern schienen. Ich habe alle Versuche, dem Detail, welches die Tabelle von ihnen angiebt, entsprechend, nach der Formel für A' berechnet, welche ich in der vorigen Anmerkung entwickelt habe, und ich setze hier die Hauptresultate dieser Berechnung her, damit Physiker sie mit desto weniger Mühe prüfen können.

6te	11te	12te	12te	12te März
0,0121	; 0,0116	; 0,0125	; 0,0117	; 0,0123
0,0085	; 0,0081	; 0,0087	; 0,0082	; 0,0086
0,727	; 0,78	; 0,773	; 0,78	; 0,78
0m,00668	; 0m,00688	; 0m,00734	; 0m,00693	; 0m,00730
0m,76366	; 0m,73474	; 0m,7260	; 0m,7280	; 0m,7244
0m,75703	; 0m,72791	; 0m,71872	; 0m,72112	; 0m,71716
78,73039	; 78,2773	; 78,3147	; 78,2855	; 78,3113

Tabelle. Da die Gasarten, mit denen die Versuche angestellt wurden, alle mehrmals durch Wasser geflogen, und nicht getrocknet worden wären, so mußten sie im Maximo feucht seyn. Ob dieser Umstand auf die Bestimmung des Verhältnisses ihrer specifischen Gewichte in der angeführten Tabelle

Das Mittel aus allen diesen Werthen ist $7^{\circ}30'16$, und mit Ausschluss der Beobachtung am 1ten März $7^{\circ}30'52$. Die beiden aufseßten Zahlen weichen hier um $0^{\circ}04'00$, bei Herrn Biot nur um $0^{\circ}01'38$ ab.

Berechnet man nach der Formel $p - \frac{2}{3} T = \frac{(A')}{(A)}$.

$(p - T \cdot (1 - 0,7 T))$, welchen Werth Herr Biot für T genommen hat, so finden sich folgende:

am 1ten März $0,01382$; am 3ten März $0,00997$;

am 6ten März $0,00273$, am 11ten März $0,01225$;

und berechnet man umgekehrt, welche Werthe von A den hier gefundenen von A' und T entsprechen, so erhält man für diese vier Versuche der Reihe nach $7^{\circ}241$; $7^{\circ}2559$; $7^{\circ}2581$; $7^{\circ}2291$;

statt welcher bei Herrn Biot folgende stehn: $7^{\circ}2554$; $7^{\circ}2580$; $7^{\circ}2479$; $7^{\circ}2444$. Hat Herr Biot wirklich für T andere Werthe genommen,

als die oben stehenden? und was berechtigte ihn dazu? oder kommen vielleicht Druck- oder Schreibfehler in der Tabelle vor? oder liegt die Abweichung in Rechnungsfehlern von meiner Seite?

(woran ich indess zu zweifeln Ursache habe.) Da das specifische Gewicht der Luft im Normalzustande ein Fundamentaldatum für die ganze Physik ist,

so dürfte alles dieses einer weitem Erörterung durch andere Physiker nicht unwerth seyn.

G. L.

keinen Einfluss habe, hängt davon ab, ob sie alle bei gleicher Temperatur gewogen worden sind oder nicht, worüber uns Herr Biot wahrscheinlich künftig belehren wird.

Um das Gewicht des *Quecksilbers* mit der möglichen Genauigkeit zu erhalten, wählten die Herren Biot und Arago nach einigen Versuchen folgendes Verfahren. Sie nahmen einen kleinen gläsernen Kolben, (Taf. II,) der einen sehr engen Hals hatte, und dessen Mündung eben abgeschliffen war, und füllten ihn langsam mit destillirtem Quecksilber, das sie von Hrn. Berthollet erhalten hatten. Dieses ließen sie aus Trichtern mit haarförmigen Röhren hinein laufen, damit die Luft langsam und so genau als möglich möchte herausgedrückt werden, setzten dann den Kolben in ein Sandbad, und brachten das Quecksilber zum Kochen, um die kleine Lage Wasserdunst davon zu jagen, mit der das Glas stets überzogen ist. Als das Quecksilber noch eine bedeutend hohe Temperatur hatte, setzten sie den Kolben unter den Recipienten der Luftpumpe, um noch vollends alle Luft heraus zu ziehen; doch zeigte sich dabei weiter keine Spur derselben. Sie warteten einen ganzen Tag, damit die Masse bis zur Temperatur der Luft herab kommen möchte, und ließen von Zeit zu Zeit etwas Quecksilber hinzulaufen, so wie dieses sich bei abnehmender Temperatur verdichtete. Als endlich sehr empfindliche Thermometer, die sie an die Außenseite hielten, keine Verschiedenheit der Temperatur von der der

Luft zeigten, schoben sie eine matt geschliffene Glas-
ebene über die Mündung des Kolbens, um das über
dem Niveau der Mündung stehende Quecksilber zu
entfernen, und wogen das Ganze mit größter
Vorsicht.

Geschah dieses Wägen bei einer Temperatur von
 t Centesimalgraden, und bezeichnen wir das Ge-
wicht des Quecksilbers auf den luftleeren Raum re-
ducirt, (d. h., das Gewicht des Ganzen, weniger
des Gewichts des luftleeren Kolbens, vermehrt um
das Gewicht eines dem Ganzen gleichen Luftvo-
lums,) bei dieser Temperatur t mit X , dagegen bei
der Temperatur 0 mit (X) , so ist

$$(X) = \frac{X \left(1 + \frac{t}{54,2}\right)}{(1 + kt)}$$

voraus gesetzt, daß k dieselbe Bedeutung hat,
wie zuvor, und daß das Quecksilber sich für jeden
Grad des Centesimalthermometers um $\frac{1}{54,2}$ des Vo-
lums, das es bei 0° Wärme hat, ausdehnt. So
fanden die Herren Lavoisier und Laplace
diese Ausdehnung, und davon weichen die Bestim-
mungen einer Commission der Londner Societät nur
äußerst wenig ab, denen gemäß diese Ausdehnung
 $\frac{1}{54,24}$ seyn würde. (*Philos. Transact.*, Vol. 67.) *)

*) Der Glaskolben faßte nämlich nach dem Verhält-
nisse mehr Quecksilber, nach welchem der Inhalt
des Glases mit der Wärme zunahm, und nach dem
Verhältnisse weniger, nach welchem das Queck-
silber sich in der Wärme ausdehnte. *Gilb.*

Sie gilt vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers; dieses folgt aus den Versuchen Gay-Lussac's.

Die erste Abwägung des Quecksilbers wurde am 16ten März vorgenommen. Der Barometerstand war $0^m,7439$; so wohl das am Barometer als das in der Luft befindliche Thermometer standen auf $12^{\circ},5$; der Kolben wog leer $172^g,240$, und voll Quecksilber $1515^g,229$, und es betrug daher das Gewicht des Quecksilbers beim Wägen in der Luft $1342^g,989$. Zu Folge eines Versuchs, von dem wir sogleich reden wollen, war das Volumen des grossen Ballons, der zum Wägen der atmosphärischen Luft gedient hatte, sehr nahe 56,40 Mal grösser als das Volumen des Kolbens, worin das Quecksilber gewogen wurde; und da die Luft in jenem bei den Umständen dieses Versuchs $6^g,756395$ gewogen haben würde, so mußte die Luftmasse, welche das im Kolben befindliche Quecksilber aus der Stelle drückte, $0^g,11981$ betragen; und dieses Gewicht ist dem obigen hinzu zu fügen, um es auf den luftleeren Raum zu reduciren. Dieses giebt in diesem Falle $X = 1343^g,10881$; und daraus folgt das Gewicht des Quecksilbers im Kolben, bei 0° Temperatur, und im luftleeren Raume, $(X) = 1345^g,769016$.

Zum zweiten Mahle wurde in demselben Kolben das Quecksilber am 21ten Julius gewogen. Die Temperatur der Luft und am Barometer war $20^{\circ},6$ und der Barometerstand $0^m,7580$; und es betrug folglich das Gewicht des Luftvolums, welches

das Queckfilber aus der Stelle drückte, $0^{\circ}, 118692$. Nun fand sich das Gewicht des Queckfilbers in der Luft $1340^{\circ}, 803$; folglich betrug es im luftleeren Raume $1341^{\circ}, 011692$, und auf eine Temperatur von 0° reducirt, oder $(X) = 1345^{\circ}, 38794$.

Dieser Werth weicht, wie man sieht, nur äusserst wenig von dem erstern ab.

Hier die Art, wie die Herren Biot und Arago das Verhältnifs des Inhalts des kleinen Kolbens und des grossen Ballons möglichst genau zu bestimmen gesucht haben. Sie füllten beide mit *Wasser*, behandelten dieses mit derselben Vorsicht als das Queckfilber, indem sie den Kolben mit Wasser 24 Stunden lang im luftleeren Raume der Luftpumpe erhielten, um alle Luft daraus zu entfernen, und wogen beide bei einerlei Temperatur auf äusserst genauen Wagen. Am 21sten Julius, bei $0^{\circ}, 76$ Barometerstand, wog destillirtes Wasser, womit der Kolben angefüllt war, bei $20^{\circ}, 1$ Temperatur, $98^{\circ}, 721$; und am 27sten Julius, bei $0^{\circ}, 7517$ Barometerhöhe und derselben Temperatur, Wasser, womit der grosse Ballon gefüllt war, $5567^{\circ}, 142$. „Wenn“, sagt Herr Biot, „beide Mahl der Luftdruck derselbe gewesen wäre, so würde man hieraus schliessen dürfen, der Inhalt des Ballons sey $56,39269$ Mahl gröfser als der des Kolbens. Wegen der Verschiedenheit dieses Drucks werden aber die beiden vorigen Gewichte, auf den luftleeren Raum reducirt, zu folgenden: $98^{\circ}, 721 \left(1 + \frac{0^{\circ}, 7517}{n \cdot 0^{\circ}, 76} \right)$ “

und 55678,142 $\left(1 + \frac{0,007580}{n \cdot 0,0076}\right)$, wenn n die Zahl bedeutet, welche angiebt, wie viel Mabl leichter Luft als Wasser in dieser Temperatur ist. Und wenn man $n = 800$ setzt, welches sehr nahe der genaue Werth ist, so beträgt die Correction, die hieraus entsteht, 0,0005843, und es verhält sich der wahre Inhalt des Kolbens zu dem des Ballons, wie 1: 56,392106. *)

*) In beiden Angaben der Barometerstände sind Schreibefehler; 0m,7580 am 21sten, und 0m,7517 am 27sten Julius, entspricht allein der Aussage des Herrn Biot, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man nach folgender Formel rechnet:

$$\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = \frac{A}{B} (1 + (\alpha - \beta) - (\alpha - \beta)\beta + \text{etc.})$$

in welcher A das Gewicht des Wassers im Ballon, α das Gewicht des gleich grossen Luftvolums am 27sten Julius, B das Gewicht des Wassers im Kolben, und β das Gewicht des gleich grossen Luftvolums zur Zeit der Beobachtung am 21sten Julius bedeuten. Da nach Herrn Biot $\frac{A}{B} = 56,39269$, und $\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = 56,392106$ war, so mußte die Correction negativ seyn; und in der That finde ich bei jenen Barometerständen, und dem angegebenen Werthe $n = 800$, die Correction $- 0,000585$; das ist, so wie Hr. Biot. Mit ihnen stimmen auch die Barometerstände an diesen Tagen, wie sie in Bouvard's Beobachtungen auf der pariser Sternwarte, (welche monatlich im *Journ. de Physique* gedruckt werden,) angegeben sind, auf das Beste überein,

Zum zweiten Male wurde diese Wägung am 3ten Augußt bei gleichem Barometerſtande von 0^m,7589 und gleicher Temperatur von 20°,9 angeſtellt. Das Waſſer im Kolben wog 98^m,716, und

nämlich zu Mittage am 21ſten Julius 28" 0"',1, am 27ſten Julius 27" 8"',9. Zugleich ſtand das Thermometer auf 17°,4 R., 20°,8 R., und das Hygrometer auf 68°, 76°. — Darin, daß Herr Biot $n = 800$ ſetzt, weicht er von ſeiner gewohnten Genauigkeit ab, doch iſt das von keinem bedeutenden Einfluß, wie folgende Berechnung zeigt. Da das ſpecifiſche Gewicht der Luft im Normalzuſtande, (d. h., völlig trocken, bei 0° Wärme und unter 0^m,76 Druck.) $\frac{1}{773}$ iſt, wenn das Gewicht des Waſſers bei 0° Wärme = 1 geſetzt wird; ſo muß das ſpecifiſche Gewicht völlig trockner Luft von 20°,1

Wärme $\frac{1,00087}{773 \cdot (1 + 20,1 \cdot 0,00375)} = \frac{1}{830,5}$ bei einem Drucke von 0^m,76, und $= \frac{1}{830,5} \cdot \frac{p}{0,76}$ bei einem Drucke von p Mètres ſeyn, da nach Hrn. Hållſtröm's

Verſuchen, (*Annalen*. XX. 387,) das Waſſer ſich von 0 bis 20° Wärme um 0,00087 ausdehnt. Die Luft war bei beiden Abwägungen feucht. Nimmt man die Zeichen in der Bedeutung, welche ſie in der Anmerk. S. 166 hatten, ſo iſt nach Herrn Laplace's Beſtimmung das ſpec. Gewicht der feuchten Luft $\frac{p - T}{p}$, nach der meinigen $\frac{p - T \cdot (1 - 0,7 T)}{p}$

von dem ſpecifiſchen Gewichte völlig trockner Luft, unter übrigens gleichen Umſtänden, (p Druck und t Wärme.) Folglich betrug im Augenblicke der Abwägung das Gewicht der Luft, welche einerlei Volumen mit G Grammes Waſſer von 20°,1

das im großen Ballon 5568^g,394, welches das Verhältniß des Inhalts beider giebt, wie 1:56,4082. *)

Wenn man aus diesen beiden Bestimmungen des Inhalts-Verhältnisses des Kolbens und des großen

Wärme hatte, zu Folge der Bestimmungen des specifischen Gewichts des Wasserdampfs

durch Hrn. Laplace

durch mich

$$\frac{1}{839,5} \cdot \frac{p - \frac{2}{3} T}{0,0076} \cdot G \quad \frac{1}{839,5} \cdot \frac{p - T \cdot (1 - 0,7 T')}{0,0076} \cdot G$$

Nun ist die Elasticität des Wasserdampfs bei 20°, 1

Wärme $\frac{0,676}{30}$ oder $T' = 0,0225$, und aus den Hygrometerständen folgt h am 21^{ten} 0,543, am 27^{ten} 0,635: folglich T am 21^{ten} 0,00928 und am 27^{ten} 0,01075. Je nachdem wir folglich Herrn Laplace's Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs oder die meinige zum Grunde legen, erhalten wir folgende Werthe: aus dem Versuche am 21^{ten} Julius:

$$\beta = \frac{0,7524}{839,5 \cdot 0,076} = 0,0011920 ; 0,00118185$$

und aus dem Versuche am 27^{ten} Julius:

$$\alpha = \frac{0,7458}{839,5 \cdot 0,076} = 0,0011816 ; 0,00116971.$$

Und hieraus findet sich

$$\frac{A(1+\alpha)}{B(1+\beta)} = 56,39269 - 0,000586 = 56,392104,$$

also gerade so, als Herr Biot diesen Werth oben angiebt; und nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs

$$= 56,39269 - 0,000684 = 56,392006,$$

welches nur sehr wenig kleiner ist. Gilbert.

*) Das heist gleich $\frac{A}{B}$, da in diesem Falle $\frac{1+\alpha}{1+\beta} = 1$

ist. Gilbert.

Ballons, welches wir (v) , (V) setzen wollen; ferner aus dem vorhin gefundenen, auf den luftleeren Raum reducirten Gewichte der völlig trockenen Luft im großen Ballon bei 0° Wärme, welches (A) heißen mag; und endlich aus den beiden Zahlbestimmungen (X) , welche wir für das auf den luftleeren Raum reducirte Gewicht des Quecksilbers im Kolben bei 0° Wärme erhalten haben; — das Verhältniß der specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers zu einander berechnen: so finden sich, jenes Δ , und dieses Δ gesetzt, zu Folge der Formel,

$$\Delta = \frac{(X)}{(A)} \cdot \frac{(V)}{(v)} \text{ folgende vier Zahlen:}$$

$$\text{für } \Delta \left\{ \begin{array}{l} 10462,6 \\ 10461,1 \\ 10463,0 \\ 10465,5 \end{array} \right.$$

Mittel 10463

Dieses ist also für die Breite von Paris das specifische Gewicht des Quecksilbers, wenn man das Gewicht der völlig trockenen Luft, bei 0° Wärme und $0^m,76$ Barometerstand, gleich 1 setzt. *) Auf 45° Breite

*) Bedeutend kleiner findet man Δ , wenn man die Werthe von (A) nimmt, welche meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs entsprechen. Das Mittel aus ihnen war, wie wir in der Anmerk. S. 170 gefunden haben, $7^8,3016$.

Verbindet man damit ein Mahl $\frac{V}{v} = 56,4082$ und

$X = 1345^8,769016$; das zweite Mahl $\frac{V}{v} = 56,392$

und $X = 1345^8,38794$, um die beiden äußersten

reducirt, wird, dieses specifische Gewicht oder Δ gleich 10466,8.

Wenn die ganze Atmosphäre aus solcher Luft bestünde, die durchgehends einerlei Dichtigkeit hätte, so würde sie eine Höhe haben von 7954^m/9.

„Es fehlt an hinlänglich genauen Versuchen über die Ausdehnung des Wassers durch Wärme in den Temperaturen, bei welchen wir das Wasser gewogen haben. Wir müssen daher eine genaue Vergleichung des Gewichts desselben mit dem des Quecksilbers und der Luft noch aussetzen, und uns hier mit der Bemerkung begnügen, daß bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck, wenn man das Gewicht des Wassers zur Einheit nimmt, das specifische Gewicht der Luft von $\frac{1}{773}$, und das des Quecksilbers von 13,599 nur sehr wenig verschieden seyn kann. *)“

Es bedeute M den Modulus des Briggsischen logarithmischen Systems, ($= 2,30258509$), C den Coefficienten der Formel des Herrn Laplace für

Werthe zu haben; so erhält man $\Delta = 10396,7$ und $\Delta = 10390,8$ und als das Mittel aus beiden $\Delta = 10394$. Wollte man von den Wägungen die am 11ten März ausschließen, so würde der mittlere Werth von $A = 78,3052$, und folglich im Mittel nahe $\Delta = 10390$. Gilbert.

*) Ist die Luft nur 10394 Mal specifisch leichter als Quecksilber, so ist ihr specifisches Gewicht im Normalzustande hiernach $\frac{13,599}{10394} = \frac{1}{763}$. Gilb.

Höhenmessungen durch das Barometer, und ψ die Breite des Orts der Beobachtung, so ist

$$C = \frac{M \cdot \Delta \cdot 0^m,76}{(1 + 0,002845 \cdot \cos. 2 \psi)};$$

eine Formel, welche sich leicht aus der ableiten läßt, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 293, giebt. *)

Setzt man in dieser Formel für Δ die vier Werthe, welche aus den vorigen Bestimmungen für die Breite von 45° fließen; so erhält man folgende vier Werthe für den barometrischen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace:

$$C = \begin{cases} 18316^m,1 \\ 18311^m,8 \\ 18211^m,3 \\ 18317^m,0 \end{cases}$$

Mittel 18316^m,6

Das Mittel aus diesen vier Resultaten weicht von keinem um volle 6 Einer ab; und das würde auf die Höhe des Chimborazo nicht mehr als ein (?) Mètre betragen. **)

*) Dieses Citat weist auf Formel (XI) des vorstehenden Aufsatzes. In meinen Erläuterungen zu Formel (I) und (VI) habe ich diesen Coefficienten dort abgeleitet: $C = \frac{M \cdot \Delta \cdot 0^m,76}{(g)}$, und (g) hat nach Formel (IX) den Werth, der demselben hier beigelegt wird. Gillb.

**) Dieser Coefficient wird bedeutend kleiner, wenn man für Δ den Werth nimmt, auf welchen meine

Dieser Werth ist für *völlig trockene Luft* berechnet. Für *feuchte Luft* muß er ein wenig größer seyn, da der Wasserdampf bei gleicher Spannung specifisch leichter als atmosphärische Luft ist. Um die Correction zu berechnen, welche hieraus für den barometrischen Coefficienten entsteht, wollen wir die Temperatur 0 und den Druck $0^m,76$ beibehalten, aber annehmen, die Luft sey mit Feuchtigkeit gesättigt. In diesem Falle würde die Spannung des Wasserdampfes in der Luft seyn $0^m,0051$, nach der Formel des Herrn Laplace,

Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfes führt; nämlich $= 10,394$, im Mittel nach den sämtlichen Versuchen der Herren Biot und Arago. Diesem entspricht $C = 18,96$ als mittlerer Werth desjenigen Coefficienten für barometrische Höhenmessungen, welcher den Höhenunterschied der beiden Stationen in Mètres, und zwar unter der Voraussetzung giebt, daß die ganze Luftsaule zwischen beiden Stationen *völlig trocken* sey. Da diese Voraussetzung in der Natur nie Statt findet, so läßt sich gegen diese Bestimmung des barometrischen Coefficienten daraus, daß sie sehr viel weiter als die obige von der abweicht, welche nach Herrn Ramond's Untersuchungen der Natur am genauesten entspricht, (18336,) nicht eher entscheiden, als bis wir über den Einfluß belehrt sind, welchen die Feuchtigkeit der Luft auf den Werth dieses Coefficienten hat; und wir werden sogleich sehen, daß dieser Einfluß die scheinbare Abweichung wieder ganz ausgleicht. *Gilb.*

und zu Folge der Versuche Dalton's. *) Das specifische Gewicht des Wasserdampfs ist aber nur $\frac{10}{24}$ von dem specifischen Gewichte der atmosphärischen Luft bei gleicher Spannung. Folglich muß bei einer Temperatur von 0° , völlig feuchte Luft um $\frac{2}{7} \cdot \frac{61}{76}$, oder nahe um $\frac{1}{521}$ specifisch leichter seyn, als völlig trockne Luft; und nach demselben Verhältnisse, wonach das specifische Gewicht der Luft abnimmt, nimmt nothwendig der barometrische Coefficient zu. Dieses beträgt $35^m,2$ und er kömmt dadurch auf $18351^m,8$. Das Mittel aus beiden Coefficienten, dem für trockene Luft, ($18316,6$), und dem für Luft, die mit Feuchtigkeit gesättigt ist, ($18351,8$), nämlich 18334 Metres, muß, da die Luft weder vollkommen feucht, noch völlig trocken ist, der Wahrheit am nächsten kommen. **)

*) Nach diesen Versuchen, (welche die Laplace'sche Formel, *Annalen*, XXV, 432, darstellen soll,) ist nämlich die Elasticität des Wasserdampfs bei 0° Wärme $\frac{0,200}{30} \cdot 0^m,76 = 0^m,0051$. *Gillb.*

**) Alle diese Schlüsse gründen sich auf die Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs durch Herrn Laplace. Verhält es sich dagegen mit dem Wasserdampfe auf die Art, wie ich es aus Dalton's Ansichten und Versuchen folgern zu müssen geglaubt habe, so kommen wir hier auf ganz andere Zahlen. Gesezt, die ganze Luftsäule zwischen beiden Stationen sey durchgehends von 0° Wärme und völlig feucht, (Voraussetzungen, welche Herrn Biot's Berechnungen zum Grunde

„Dieser Coefficient läßt sich auch auf eine indirecte Weise finden, aus Barometerständen auf Bergen (so liegen,) so müssen sich die Gewichte der ganzen Luftsäule, zwischen den beiden Stationen, im Fall die Luft völlig feucht, und im Fall sie völlig trocken, ist, zu einander gerade so verhalten, als die specifischen Gewichte völlig feuchter Luft und völlig trockener Luft bei 0° Druck und 0° Wärme; denn in beiden Fällen nimmt dann die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe nach einerlei Gesetze ab. Nun aber ist, wie wir oben S. 166, Anmerk., gesehen haben, nach meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs, das specifische Gewicht feuchter Luft $\frac{p - T(1 - 0,77)}{p}$ vom specifischen Gewichte völlig trockener Luft, wenn beide unter t° Wärme und p Mètres Druck stehn. Folglich würde in unserm Falle, wo $T' = \frac{0,200}{0,750} = 0,00673$, $T = 0,76$, $T' = 0,0051$ u. $p = 0,76$, ist, die Luft im Zustande völliger Feuchtigkeit um $\frac{0,005077}{0,76} = 0,00668$ Theile leichter, als die Luft im Zustande völliger Trockenheit seyn; und um eben so viel länger müßte eine Luftsäule, die durchgehends 0° Wärme hätte, im Falle völliger Feuchtigkeit als im Falle völliger Trockenheit seyn, wenn beide gleich viel wiegen sollten. Für völlig feuchte Luft, die durchgehends von 0° Wärme wäre, müßte folglich der barometrische Coefficient um $0,00668 \cdot 18196$, das ist, um 121,5 größer, also $C = 18317$ seyn. Das Mittel aus dieser Bestimmung und der für völlig trockene Luft ist $\frac{18196 + 18317}{2}$ oder $C = 18262$.

Gilbert.

gen, deren Höhe durch trigonometrische Messungen bekannt ist. Mehrere Physiker haben sich bemüht, ihn auf diese Weise zu bestimmen, und lange Zeit war das der Gegenstand der Alpenreisen der Herrn Deluc und Sauffure. Herr Ramond hat durch Vergleichung ihrer Resultate mit vielfachen und genauen Beobachtungen, die er selbst in den Pyrenäen angestellt hatte, den Werth desselben auf 18336 Mètres fest gesetzt, und gezeigt, daß mit diesem Coefficienten die Formel des Herrn Laplace die Höhe der Berge genauer, als jede andere Formel, und der Wahrheit außerordentlich nahe giebt, so daß sich diese Zahl für das definitive Resultat der Barometer-Beobachtungen nehmen läßt. Unfre Versuche bestätigen sie aufs beste, ohne daran etwas zu ändern. Denn der geringe Unterschied von 2 Mètres würde die Höhe des Chimborazo nicht um einen Mètre verschieden geben. Diese Uebereinstimmung beweist eines Theils die Genauigkeit des Beobachters, und die Richtigkeit seiner Kritik, mit der er die Resultate abgewogen hat, auf welche die variablen Modificationen der Atmosphäre Einfluß haben; auf der andern Seite zeigt sie, daß die Formeln, deren wir uns zur Reduction unsrer Versuche bedient haben, sehr genau sind, und wie nöthig es war, in sie alle die kleinen Umstände, auf die wir gesehen haben, mit einzuführen. Wollte man auch nur einen einzigen derselben vernachlässigen, so würde man sich sehr weit von dem wahren

rep

ren Resultate verschlagen sehn, welches sie geben, wenn man sie alle erwägt. *)

*) Irre ich mich nicht, so folgert Herr Biot aus der Uebereinstimmung seiner Berechnungen mit dem Resultate der Untersuchungen, welche Herr Ramond über den Coefficienten der Laplace'schen Formel angestellt hat, mehr zu Gunsten beider, als darin in der That liegt. Herr Laplace hatte zuerst den Coefficienten De Luc's beibehalten, ihn nur von Toisen auf Mètres und von $16\frac{3}{4}^{\circ}$ R. auf 0° Wärme reducirt. Herr Ramond erhöhte in seiner ersten Abhandlung diesen Coefficienten von $17971^m,1$ auf 18393^m , und in der zweiten Abhandlung setzte er ihn wieder auf 18336 Toisen herab. Herr Biot schließt, weil dies ein Mittel aus sehr vielen Beobachtungen unter sehr verschiedenen Umständen sey, müsse die Zahl für einen Zustand der Luft gelten, der in der Mitte zwischen völliger Trockenheit und völliger Feuchtigkeit liege. Allein Ein Mal dürfte die Luft im Mittel dem Zustande größter Feuchtigkeit ziemlich viel näher, als dem größter Trockenheit kommen; und zweitens wird man aus der folgenden Anmerkung sehen, warum ein solches aus der Erfahrung abstrahirtes Mittel höchst wahrscheinlich selbst über den Werth hinaus fallen muß, welchen der Coefficient haben würde, wenn die ganze Luftsäule bei einer gleichförmigen Temperatur von 0° Wärme im höchsten Grade feucht wäre. In diesem Falle käme die Bestimmung des Coefficienten, welche aus meiner Hypothese über das specifische Gewicht des Wasserdampfs folgt, (18196 für trockene, 18317 für

Wenn T die Spannung des Wasserdampfs bedeutet, der sich wirklich in der Luft befindet, und es ist für völlig trockene Luft der Werth des barometrischen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace $= 18316,6$; so muß, die Sache ganz genau genommen, der Werth dieses Coefficienten für

$$\text{feuchte Luft} = - \frac{18316,6}{(1 - \frac{2}{7}) \cdot \frac{T}{0,76}} \text{ seyn. *) Im Falle}$$

völlig feuchte Luft bei 0° Wärme,) der Wahrheit vielleicht noch näher, als die Bestimmung, welche Herr Biot aus der Laplace'schen Berechnung über das specifische Gewicht des Wasserdampfs abgeleitet hat, (18316 und 18351,8). Aus den bisherigen Untersuchungen über den barometrischen Coefficienten scheint daher eben so wenig ein entscheidender Grund für die eine oder für die andere dieser Hypothesen über das specifische Gewicht des Wasserdampfs zu fließen, als aus den Refractions-Beobachtungen, (s. das vorige Heft, S. 111;) ein Schluß, welcher das Detail rechtfertigen wird, womit ich die Folgerungen aus meiner Hypothese neben den Folgerungen durchgeführt habe, die Hr. Biot aus der Hypothese des Herrn Laplace gezogen hat. Man würde außerdem vielleicht die letztere für eine ausgemachte Thatfache genommen haben, und in dieser für die Hygologie und die Meteorologie so folgereichen Materie scheint es mir von Wichtigkeit zu seyn, möglichst klar zu sehen und das Ausgemachte von dem, was Hypothese ist, sorgfältig zu sondern. *Gilb.*

*) Das heißt unter der Voraussetzung, daß 1. der Thermometer- und der Hygrometerstand in dieser

äußerster Feuchtigkeit findet sich der Werth von T aus der mehrmahls citirten Formel des Herrn La-

ganzen Luftsäule überall derselbe, und also Luft und Dampf in ihrer Spannung durchgängig in einerlei Verhältniß find; und dafs 2. die Laplace'sche Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs die wahre sey. Unter beiden Voraussetzungen verhalten sich die Coefficienten C für trockene und C' für feuchte Luft, verkehrt wie die specifischen Gewichte der trockenen und feuchten Luft bei 0m,76 Druck und 0° Wärme, (denn hierfür sind Δ und T bestimmt, und durch die Correction wegen der Wärme werden andere Temperaturen auf diese reducirt;) und es ist $C:C' =$

$$\frac{0m,76 - \frac{2}{7} T}{0m,76} : 1, \text{ oder } C' = \frac{C}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}. \text{ Entwi-}$$

ckelt man diesen Bruchwerth in eine Reihe, so

$$\text{wird } C' = C \left[1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \left(\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} \right)^2 + \dots \right]$$

und schon die zweite Potenz ist hier so klein, dafs sie nicht mehr in Betracht kommt, da selbst im

Falle höchster Feuchtigkeit $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ nur $\frac{1}{3,21}$ ist. In

so fern man aber $183,6,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} \right)$ für

$$\frac{183,6,6}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$$

nehmen darf, ist Hr. Biot berechtigt, wie

er es weiterhin thut, $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ für die *Correction wegen des Wasserdampfs* auszugeben.

Meiner Bestimmung des specifischen Gewichts des Wasserdampfs entsprechend verhalten sich die specifischen Gewichte von trockener und von feucht

place; in den übrigen Fällen ist die Spannung nach dem Hygrometerstande zu reduciren, wozu das Ge-

ter Luft bei $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, wie
 $1 : 1 - \frac{T}{0,76} (1 - 0,7 T')$, und wenn h die durch
 den Hygrometerstand bestimmte Zahl Sauffure's
 bedeutet, ist $T = h \cdot T' \cdot 0,76$; also der barome-
 trische Coefficient für feuchte Luft, oder C'

$$= \frac{18196}{1 - \frac{T}{0,76} \cdot (1 - 0,7 \cdot T')} = \frac{18196}{1 - (h - 0,7 T') T'}$$

wofür sich ohne merklichen Fehler nehmen läßt
 $18196 \left[1 + \frac{T}{0,76} (1 - 0,7 T') \right]$ oder $18196 [1 +$
 $(h - 0,7 \cdot T') T']$.

Die erste der oben erwähnten Voraussetzun-
 gen, unter welchen allein diese Bestimmungen gel-
 ten, findet in der Natur nicht Statt. Nie hat die
 Luftsäule zwischen beiden Stationen überall gleiche
 Wärme und Feuchtigkeit; die Wärme nimmt in der
 Regel in arithmetischer Progression ab, wenn die
 Höhe in ihr zunimmt; die Feuchtigkeit vermindert
 sich dagegen in einem viel schnellern Verhältnisse,
 wofür Herr Laplace und Herr Soldner Ge-
 setze gegeben haben, welche die Dalton'schen Ver-
 suche darstellen. Giebt man daher das Mittel aus
 den Temperaturen in der untern und in der obern
 Station, oder $\frac{t+t'}{2}$, und die dieser Temperatur
 und dem Hygrometerstande entsprechende Span-
 nung des Wasserdampfs T , gleichmäfsig der Luft-
 säule in ihrer ganzen Ausdehnung, und berechnet
 dem zu Folge die Correctionen wegen der Wärme
 und wegen der Feuchtigkeit, der ersten der oben

setz noch nicht durch genaue Versuche aufgefunden ist. Der Coefficient der Dilatation 0,00375 bleibt übrigens, wie bei völlig trockener Luft.

erwähnten Voraussetzungen gemäß; so wird man zwar die Correction wegen der Wärme sehr genau erhalten, (abgesehen von zufälligen Unregelmäßigkeiten;) aber die Correction wegen der Feuchtigkeit muß bedeutend zu klein ausfallen. Man müßte sie für eine Temperatur berechnen, welche der höhern Temperatur t viel näher läge, als der niedrigeren t' , indem bei größerer Wärme die Elasticität des Wasserdampfs sehr viel schneller als in niedrigeren Temperaturen abnimmt. So z. B. gehören nach Dalton zusammen folgende

Temperaturen:

-10° ; -5° ; 0° ; $+5^{\circ}$; $+10^{\circ}$; $+15^{\circ}$; $+20^{\circ}$; $+25^{\circ}$

Elastic. d. Wasserdampfs:

0'',104; 0'',144; 0'',200; 0'',273; 0'',375; 0'',507; 0'',676; 0'',910

die erstern nach Graden des Centesimal-Thermometers, die letztern nach engl. Zollen gerechnet. Wäre also bei einer Barometermessung unter dem Aequator $t = 25^{\circ}$ und $t' = -10^{\circ}$ gewesen, und

nimmt man $-10^{\circ} + \frac{35^{\circ}}{2} = 7^{\circ},5$ für die gleichförmige Wärme, und den ihr entsprechenden Werth

von $T' = \frac{0,322}{30}$ für die gleichmäßige Elasticität des

Wasserdampfs in allen Theilen der Luftsäule; und berechnet, diesen Voraussetzungen gemäß, die Correction wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit: so muß die erstere der Wahrheit nahekommen, die letztere aber offenbar viel zu klein werden. Denn von 25° bis $7^{\circ},5$ nimmt die Elasticität des Wasserdampfs von 0'',910 bis 0'',322 oder um

Herr Laplace hat in seiner Formel für die barometrischen Höhenmessungen die Correction wegen des Wasserdampfs, $\frac{z}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$, mit dem Coefficienten der Dilatation der Luft durch Wärme zusammen gezogen, *) indem er diesen Coefficienten in

0",588, von da bis — 10° nur um 0",218 ab. Näher der Wahrheit würde das Mittel aus 0",910 und 0",104 oder 0",507 kommen, welches zu 15° Wärme gehört, aber auch dieses müßte immer noch den Coefficienten zu klein geben. Wenn die Temperatur an der untern Station minder hoch ist, so weicht zwar die wahre Correction wegen der Feuchtigkeit weniger von der ab, welche die Formel giebt; immer aber bleibt sie größer als die letztere. Möchte Herr Soldner die vielen interessanten Folgerungen aus seinem allgemeinen Gesetze der Elasticität der Dämpfe, mit denen er die Physiker in einem der vorigen Hefte dieser Annalen beschenkt hat, noch mit einer Verbesserung der Formel für barometrische Höhenmessungen aus diesem Gesichtspunkte bereichern! *Gilb.*

- *) Dazu wäre Herr Laplace in so fern berechtigt, als auch die Spannung des in der Luft vorhandenen Wasserdampfs eine Function der Wärme ist, und durch t und t' bestimmt wird; aber freilich nimmt sie nicht der Wärme proportional ab, sondern nach einer sehr viel schnellern Progression als diese. Die Theile der Formel, welche von der Feuchtigkeit und von der Wärme abhängen, sind nach Herrn Biot's Berechnungen und nach der Laplace'schen Bestimmung des spec. Gewichts des

der Formel $\frac{1}{270}$ setzt. In der That ist die Summe der beiden Glieder $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375$ immer sehr nahe gleich $\frac{t+t'}{2} \cdot 0,004$ oder $2 \frac{t+t'}{1000}$, wenigstens innerhalb der Gränzen, in denen die Beobachtungen in der Regel angestellt werden. *)

Wasserdampfs folgende: $18316,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right)$

$\left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right)$, wofür man nehmen kann $18316,6 \left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right)$, in so

fern das Produkt aus den hintern Gliedern der beiden letzten Factoren unbedeutend ist. Statt ihrer setzt Herr Laplace in seiner Formel indess nicht $18316,6 \left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, wie man aus dem Vortrage des Herrn Biot schliessen sollte, sondern 18336

$\left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, welches einen etwas größern Einfluß der Feuchtigkeit voraus setzt. Dafs es indess mit dieser Zusammenziehung eigentlich eine andere Bewandniß hat, als es Herr Biot hier vorstellt, und als es nach dem Vortrage des Hrn. Laplace, scheinen möchte, glaube ich in dem folgenden Aufsatze dargethan zu haben. Gilb.

*) Da $1 + \frac{2(t+t')}{1000} = \left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right) \cdot$

$\left(1 + \frac{0,125(t+t')}{1000}\right)$ ist, so ist diese letzte Verwandlung, welche Herr Laplace mit der Formel vornimmt, so gut, als wenn die Formel selbst ungeändert bliebe, statt dessen aber der Ramond'sche Coeffi-

cient 18336 in folgenden: $18336 \cdot (1 + \frac{0,125 \cdot (t+t')}{1000})$
 verwandelt würde. In dem Falle, wenn $t + t' = 0$ ist, ändert dieses den Coefficienten nicht; gesetzt indeß auch, die Zahlbestimmung desselben sey für eine Luftsäule, die durchgehends 0° Wärme und eine dieser Wärme entsprechende Spannung des Wasserdampfs habe, in aller Strenge wahr, so kann doch, selbst für den angenommenen Fall, daß $t + t' = 0$ sey, die Formel nicht mit gleicher Genauigkeit in heißen und in kalten Klimaten, im Sommer und im Winter gelten. Denn, wie ich schon oben bemerkt habe, ist selbst die mittlere Spannung des in der Luftsäule befindlichen Wasserdampfs höher oder niedriger, je nachdem die Temperatur an der untern Station höher oder niedriger ist. Je höher über 0° Wärme das Mittel aus den Thermometerständen an beiden Stationen, $\frac{t+t'}{2}$ hinaus fällt, desto größer wird zwar der Coefficient der Formel zu Folge der Verwandlung, welche Hr. Laplace mit derselben vorgenommen hat; allein der Coefficient müßte nicht $\frac{t+t'}{2}$ proportional, sondern nach einem viel höhern Verhältnisse als das Mittel aus den Thermometerständen an beiden Stationen wachsen, sollte die Formel für alle Fälle gleich gut passen. Daher wird sie, wenn sie für niedrigere Höhen im Sommer genau gilt, für größere Höhen und im Winter der Wahrheit nicht ganz so nahe kommen, und besonders muß sie in den heißen und feuchten Tropenregionen niedrige Höhen alle zu klein geben, wenn sie sie in den gemäßigten Klimaten richtig giebt.

Doch diese und ähnliche Bemerkungen sollen

nicht gegen die Bemühungen des Herrn De La Place sprechen, die ich vielmehr mit der tiefsten Bewunderung für diesen großen Gelehrten verehere: nur sollen sie uns daran erinnern, der Formel nicht eine Vollkommenheit zuzutrauen, auf die sie nicht eher Anspruch machen kann, als bis sie mit ähnlicher Genauigkeit wie die Einwirkung der Wärme, den viel zusammengesetzten Einfluß der Feuchtigkeit der Luft auf das Höhenmessen durch das Barometer darstellen wird. *Gilb.*

Ich muß sogleich hier einen Irrthum des Gedächtnisses anzeigen, in den ich schon im Aprilstücke, (Band XXV, S. 362, Anm.,) und dann auch in der Anmerkung S. 157 dieses Hefts gefallen bin. Ich habe nämlich an allen diesen Stellen, wo statt *log. nat. N.*, *M. log. Brigg. N.* gesetzt wird, *M* den Modulus des Briggischen Systems genannt. Das ist aber falsch; vielmehr ist $\frac{1}{M}$ dieser Modulus, (0,4342944,) und *M*, = 2,3025850, ist

Modulus. Diesen Mißgriff wird man um so verzeihlicher finden, da Herr Biot ihn mit mir theilt, wie man oben S. 179 sieht, wo es im Originale heist: *Si ensuite on représente par M le module des tables logarithmiques, ou 2,30258509.* *Gilb.*

V.

*Noch einige Bemerkungen**über**das Messen der Höhen mit dem Barometer und über die Formel des Hrn.**De La Place,*

VON

G I L B E R T.

Ich behalte hier die Bedeutung der Zeichen bei, welche ihnen Herr Laplace in dem dritten Aufsatze dieses Hefts gegeben hat. Grade des Reaumur'schen Thermometers bezeichne ich an der untern Station mit τ , an der obern mit τ' ; (p) bedeuten die beobachteten, (h) die corrigirten Barometerhöhen an der untern, p , h an der obern Station.

Herr De Luc hat sich um das Höhenmessen mit dem Barometer durch seine mühsamen und sorgfältigen Untersuchungen ein so großes Verdienst erworben, daß es billig ist, jede andere Regel gegen die seinige zu halten, und nachzusehen, worin sie diese verbessert.

Bekanntlich zieht Hr. De Luc aus seinen Untersuchungen das Resultat, daß, wofern keine unregelmäßigen Einflüsse, (z. B. Wind und andere Zufälligkeiten der Witterung,) das Gleichgewicht der Luftsäule stören, die sich zwischen den beiden Stationen befindet, die einfachste aller Formeln

$$r = 10000^{\text{toil.}} \cdot \log. \frac{(h)}{h}$$

genau für den Fall gilt, wenn das Mittel aus den Temperaturen an beiden Stationen nach Reaum. Graden ausgedruckt, (oder $\frac{\tau + \tau'}{2}$) $16\frac{3}{4}$ Grad beträgt. Für jeden Reaumür'schen Grad, umden das Mittel von dieser Normaltemperatur abweicht, muß nach ihm der Werth von r , den die Formel giebt, um $\frac{1}{215} \cdot r$, wenn die Abweichung in $+$ ist, vermehrt, wenn sie in $-$ ist, vermindert werden; eine Vorschrift, welcher die folgende Formel allgemein entspricht:

$$r = 10000^t \cdot \left\{ 1 + \frac{\frac{1}{2}(\tau + \tau') - 16,75}{215} \right\} \cdot \log. \frac{(h)}{h} \quad \text{I.}$$

oder

$$r = 9221^t \cdot \left\{ 1 + \frac{\tau + \tau'}{2} \cdot 0,005044 \right\} \cdot \log. \frac{(h)}{h} \quad \text{II.}$$

Die letztere Formel stellt die Regel des Herrn De Luc für eine Normaltemperatur von 0° Wärme dar. Für Mètres und für Grade des Centesimal-Thermometers wird sie, da $1^m = 0,513074$ und $\tau + \tau' = 0,8 (t + t')$ ist, zu folgender:

$$r = 17972^M \cdot \left\{ 1 + \frac{(t + t')}{2} \cdot 0,004035 \right\} \cdot \log. \frac{(h)}{h} *) \quad \text{III.}$$

*) Bei der Correction der beobachteten Barometerhöhen wegen der Wärme setzt Herr De Luc die Ausdehnung des Queckfilbers für jeden Grad Reaumürisch auf $\frac{1}{215}$ des Volums, welches Queckfilber bei 10° R. Wärme einnimmt. Dieses macht für

Diese Formeln setzen nicht nur voraus, daß die ganze Luftsäule zwischen beiden Stationen im Zustande des Gleichgewichts sey, sondern auch, „daß bei Veränderung der Wärme das Gewicht der Luftsäule immer um eben so viel sich verändere, als wenn ihre Temperatur durchgehends dem Mittel aus der Temperatur an der untern und an der obern Station gleich wäre.“ Da Luft in allen Graden der Dichtigkeit einerlei Ausdehnbarkeit durch Wärme hat; da ferner durch gleiche Zunahmen von Wärme, nach dem Quecksilberthermometer gemessen, (wenigstens vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers, wie Herr Gay-Lussac durch seine neuesten Versuche dargethan hat, *Annalen*, XXV, 393,) die Luft sich stets um gleiche Theile des Volumens, das sie bei irgend einer zum Grunde gelegten Temperatur einnimmt, ausdehnt; und da dieses endlich von feuchter Luft, wofern nur kein tropfbares Wasser in ihr vorhanden ist, so gut als von trockener Luft gilt: — so würde jene Voraussetzung in aller Strenge richtig seyn, wofern in der Natur folgende beide Bedingungen Statt fänden:

Wenn *erstens* die Wärme in der Luftsäule von der untern Station nach der obern in einer arithme-

jeden Centesimalgrad $\frac{1}{1455}$ des Volums bei 10° R. und also $\frac{1}{1455}$ des Volums bei 0° Wärme. Herr De La Place setzt dafür $\frac{1}{1412}$; eine Verschiedenheit, welche für die Rechnung nicht bedeutend ist.

Gilb.

tischen Progreſſion abnahme; denn nur dann lieſſe ſich das Mittel aus den Temperaturen der untern und der obern Station für die gleichförmige Temperatur der ganzen Luſtſäule nehmen. An ſich findet dieſes Geſetz in der Atmoſphäre, beim Zuſtande des Gleichgewichts wirklich Statt; nur können, wie Herr von Humboldt gezeigt hat, (*Annalen*, XXIV, 1 f.) locale Einwirkungen an den Beobachtungsorten, (groſſe erhitzte Plateau's, Gletſcher und Schneedecken, kalte Winde u. ſ. f.) darin bedeutende Störungen veranlaſſen. Es wird alſo auf die Umſicht des Beobachters und auf die ſchickliche Auswahl der Beobachtungen ankommen, damit dieſe Bedingung erfüllt werde.

Und wenn *zweitens* das Gewicht der Luſtſäule zwiſchen beiden Stationen, bei durchgehends unveränderten Barometerſtänden, genau dem Mittel aus den Thermometerſtänden an beiden Stationen proportional ſich veränderte; in ſo fern ſich dieſe Temperatur für die gleichförmige Temperatur der ganzen Luſtſäule nehmen lieſſe. Dieſes würde nun, (nach dem, was wir eben geſehn haben,) allerdings der Fall ſeyn, wenn das ſpecifiſche Gewicht der Luſt lediglich von dem Drucke, unter dem die Luſt ſteht, und von ihrer Wärme abhinge. Allein hier kömmt noch ein drittes Element mit in Betrachtung, welches die Sache weit zuſammengeſetzter macht.

Die atmoſphäriſche Luſt iſt aus drei verſchiedenen Gasarten gemengt, deren ſpecifiſches Gewicht verſchieden iſt. Wäre das Verhältniß ihrer Men-

gung veränderlich, so würde das einen wesentlichen Einfluss auf ihr specifisches Gewicht, und also auch auf den Theil der Formel für barometrische Höhenmessungen haben, der von den Barometerständen unabhängig ist. Wir wissen indess jetzt mit Bestimmtheit, daß ihr Mengungsverhältniß überall und unter allen Umständen in der Atmosphäre immer dasselbe ist. Auch haben alle Gasarten einerlei Ausdehnbarkeit durch die Wärme, und für sie alle gilt das Mariottische Gesetz.

Dagegen ist die Spannung des der Atmosphäre beigemengten *Wasserdampfs* desto veränderlicher. Sie hängt von der Wärme und vom Hygrometerstande auf eine sehr zusammen gesetzte Art ab, und wächst nach einem sehr viel stärkern Verhältnisse als die Wärme. Das Mittel aus der Spannung des Wasserdampfs an der untern und der obern Station fällt immer tief unter das wahre Mittel aus der Spannung des Wasserdampfs an allen Orten der Luftsäule. Aus diesem Grunde hat die De Luc'sche Regel noch nicht die wahre Form. Es müssen die Correctionen wegen der Wärme und wegen des Wasserdampfs genau getrennt werden. Erstere kennen wir seit den Versuchen Dalton's und Gay-Lussac's genau; sie beträgt für jeden Grad des Centesimal-Thermometers $\frac{1}{10,00375}$ des ganzen für 0° Wärme gefundenen Werths. Letztere hat man bisher noch nicht in die barometrische Formel gehörig mit aufgenommen, und selbst Herr De La Place hat hier noch Vieles zu thun übrig gelassen, so leicht es auch

unstreitig diesem tiefbinnigen Mathematiker gewesen wäre, hier alle Vollkommenheit zu erreichen, die zu wünschen ist. Die Höhen, wie sie die De Luc'sche Formel giebt, wachsen bei gleichen Zunahmen der Wärme um gleich viel, indess sie doch in höhern mittlern Temperaturen schneller wachsen müßten, da die Spannung des Wasserdampfs nach einem sehr viel höhern Verhältnisse als die Temperatur zunimmt. Doch davon ist am Ende des vorigen Aufsatzes (S. 188 f.) schon umständlich die Rede gewesen.

Herr De La Place giebt in seiner *Exposition du Système du Monde*, P. 1, p. 145, eine Regel, welcher folgende Formel, (in den vorigen Zeichen ausgedruckt,) entspricht:

$$r = 55326 \text{ p. F.} \left\{ 1 + \frac{\frac{1}{2}(t+t')}{250} \right\} \cdot \log \frac{(h)}{h}$$

Da 55326 par. Fufs = 9221 Toisen sind, so ist, wie man sieht, diese Regel keine andere, als die auf 0° Wärme und auf das Centesimal-Thermometer reducirte Regel des Hrn. De Luc, (oben S. 195, III.) In einer Note über das Höhenmessen mit dem Barometer, welche Herr Biot dem ersten Buche seines vortrefflichen *Traité élémentaire d'astronomie physique*, Paris 1805, angehängt hat, wird folgende Formel bloß mit Hülfe der elementaren Mathematik entwickelt:

$$r = 18393^M. \left\{ 1 + \frac{2(t+t')}{1000} \right\} \cdot \log \frac{(p)}{p(1 + \frac{1}{3412} \cdot (t-t'))}$$

Sein Vortrag, sagt Herr Biot, sey *la traduction de la méthode qui se trouve dans l'Exposition*

du Système du Monde, p. 82, (der Quartausgabe,) und in dieser Formel habe Herr Laplace weiter nichts verändert, als den Coefficienten, den er von 1797^M,₁, (welches der der Formel, S. 195, II., De Luc's ist,) in 1839^M nach den Beobachtungen Ramond's. *) Man sieht, daß auch diese Formel im Grunde wieder keine andere ist, als die reducirte Formel des Herrn De Luc, nur mit einem von Herrn Ramond veränderten Coefficienten. Es scheint mir daher den Namen der Formel des Herrn De Laplace erst die Formel zu verdienen, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleste* auf eine so scharfsinnige Weise entwickelt, und mit Correctionen für die Veränderungen der Schwere bereichert hat, (siehe obigen Aufsatz II,) ob-

- *) Dieses verändert, fügt Herr Biot hinzu, ein wenig die Bestimmung der Dichtigkeit der Luft, welche bei 0^m,76 Druck und 0° Wärme hiernach $\frac{M \cdot 0^m,76}{18393^m} = \frac{1}{10510,5}$ sey, wenn die Dichtigkeit des Quecksilbers 1 gesetzt werde. — Erst in seiner zweiten Abhandlung hat Herr Ramond diesen Coefficienten auf 18336 Mètres bestimmt, wie schon in dem vorigen Aufsatze bemerkt ist. Dieser neue Coefficient des Herrn Ramond in Toisen verwandelt, ist gleich 9408 Toisen. Die Formel, welche Hr. Laplace in Aufst. II. dieses Hefts aufstellt, abgesehen von den Correctionen wegen der Veränderlichkeit der Schwere, ist daher, wenn man sie auf Toi-

obſchon, von dieſer Correction abgeſehn, ſie in der That wieder auf die De Luc'sche Formel, nur mit einem veränderten Coefficienten hinaus kömmt. Von den Verſuchen des Herrn Gay - Lussac über die Ausdehnung der Gasarten und der Dämpfe durch die Wärme, — [man findet ſie zugleich mit Dalton's Verſuchen in dieſen *Annalen*, 1802, (XII,) St. 11, und auf ihren Einfluß auf die Formel für das Höhenmessen durch das Barometer habe ich eben daſ., 1803, (XIV,) St. 3, S. 275, aufmerkſam zu machen geſucht,] — und von den Unterſuchungen Dalton's über die Expansivkraft der Dämpfe und die Geſetze der Dilatation feuchter Luft, (ſiehe *Annalen*, XV, 1 f.), hat Herr Laplace auch bei dieſer Formel in der That nur

Toiſen und Reaum. Grade reducirt wird, folgende:

$$r = 9408t \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{2} (t + t') \cdot 0,005 \right\} \log. \frac{(h)}{h}$$

Sie nähert ſich außerordentlich der Formel, welche ſchon früher Herr Academicus Trembley in Berlin aus den Beobachtungen Shuckburg's Roy's, Sauffure's und La Caille's abgeleitet hatte, indem er aus dieſen ein Mittel nahm. Die Trembley'sche Formel iſt nämlich

$$r = 10000t \cdot \left\{ 1 + \frac{\frac{1}{2}(t + t') - 11^{\circ},5}{192} \right\} \log. \frac{(h)}{h}$$

oder, auf 0° Wärme reducirt,

$$r = 9400t \cdot \left\{ 1 + \frac{t + t'}{192} \cdot 0,00554 \right\} \log. \frac{(h)}{h}$$

Gilb.

soheinbar Gebrauch gemacht. Denn durch die letzte Veränderung, welche er mit ihr, wie er sagt, wegen der Feuchtigkeit der Luft vornimmt, (siehe S. 161,) bringt er sie im Wesentlichen wieder zur reducirten Formel De Luc's zurück, wozu ihn wahrscheinlich der Wunsch bestimmt hat, die mühsamen Untersuchungen des Herrn Ramond nicht verloren gehen zu lassen.

Es scheint mir hieraus hervor zu gehen, daß bei dieser Formel von einem gewandten Mathematiker noch ein Lorbeerzweig zu erringen ist, wozu ihn der vorige Aufsatz, vielleicht auch die demselben beigefügten Bemerkungen behülflich seyn dürften. Die Hauptschwierigkeit beruht darauf, das wahre Mittel aus der Spannung des Wasserdampfs in allen Luftschichten von der untern bis zur obern Station anzugeben. Bei der Correction wegen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, ist es sehr leicht, ein solches Mittel zu finden; denn da die Wärme mit der Höhe in arithmetischer Progression abnimmt, so muß das Mittel aus der Wärme aller Luftschichten von der untern bis zur obern Station, dem Mittel aus den Temperaturen an diesen beiden Stationen gleich seyn. Das verhält sich aber, wie schon mehrmahls bemerkt worden, bei der Feuchtigkeit ganz anders. Setzt man, die ganze Luftsäule sey überall völlig feucht, so nimmt, wenn die Höhen in arithmetischer Progression wachsen, die Spannung des Wasserdampfs in ihr ab, nach der Sold-

ner'schen Formel, (*Ann.*, XVII, 65,) als dem allgemeinen Ausdrucke für die Expansivkraft des Wasserdampfs zu Folge der Dalton'schen Versuche, und da ist es denn die Kunst, das Mittel, dieser Formel entsprechend, zu bestimmen. Dieses Mittel wird irgend eine Function (ψ) der Spannung des Wasserdampfs an der untern und an der obern Station seyn, welches, wenn es nur erst in einer Formel dargestellt, leicht nach den beobachteten Hygrometerständen wird modificirt werden können. Dann kommt es aber wieder auf das specifische Gewicht des Wasserdampfs an, und also auf die verschiedene Bestimmung desselben durch Herrn Laplace und nach meinen Folgerungen aus den Versuchen Dalton's. Vielleicht läßt sich das specifische Gewicht des Wasserdampfs in der Luftsäule, durch eine Function (ϕ) des specif. Gewichts desselben an der untern Station ausdrücken, wo die Temperatur t , der Hygrometerstand $\bar{h}$ und die Spannung des Wasserdampfs T sey. Die wahre Formel für Höhenmessungen durch das Barometer würde dann, wie es mir scheint, (abgesehen von den Correctionen wegen der Veränderungen der Schwere,) folgende seyn: der Laplace'schen Bestimmung des spec. Gewichts des Wasserdampfs zu Folge

$$r = 18316^m / 6 \cdot \left\{ 1 + (\phi) \left[1, \frac{T}{0,76} \right] \right\} \cdot \left(1 + \frac{(t + t')}{2} \cdot 0,00375 \right) \cdot \log. \frac{(h)}{h}$$

dagegen meiner Bestimmung des specif. Gewichts des Wasserdampfs entsprechend

$$r = 18196^m \left\{ 1 + (\varphi) \left[(1 - 0,7 T') \overline{h T'} \right] \right\} \cdot \left(1 + \frac{t + t'}{2} \cdot 0,00375 \right) \cdot \log. \frac{(h)}{h}$$

aus den Gründen, die oben S. 187 angeführt sind. *) Und hierbei muß ich den S. 190 geäußerten Wunsch erneuern. Erst wenn die Formel auf diese oder eine ähnliche Art vervollkommen ist, wird eine Vergleichung der nach derselben berechneten Höhen mit gemessenen, wie sie Hr. Ramond angestellt hat, der Physik den großen Nutzen ganz bringen, den man von ihr erwartet; besonders wird sie auch entscheiden, welche der beiden Bestimmungen des specifischen Gewichts des Wasserdampfs die wahre ist, ob die von Herrn Laplace aufgestellte, oder die, welche ich aus Dalton's und Sauffure's Versuchen folgern zu müssen geglaubt habe.

Den Beschluß dieser Bemerkungen mag die zweite Hälfte der oben erwähnten Note des Herrn Biot und die Tafel machen, auf welche sie sich bezieht, die ich beide aus seinem *Traité d'astronomie physique* hierher setze. „Herr Laplace“, heisst es dort, „empfiehlt Barometer-Beobachtungen mit den Beobachtungen der Längen und Breiten zu verbinden, um auf diese Art die Lage der

*) In den Formeln S. 188, Zeile 8 und 11, kommen Schreibfehler vor. Statt ihrer setze man die

beiden folgenden: $= \frac{18196}{1 - (1 - 0,7 T') \overline{h T'}}$, und: $18196 [1 + (1 - 0,7 T') \overline{h T'}]$. Diesem entspricht die oben stehende Conjectur. Gillb.

verschiedenen Punkte der Erdoberfläche genau zu bestimmen. Die beiden bis jetzt in der mathematischen Geographie allein üblichen Coordinaten bestimmen bloß die Projection verschiedener Orte auf die Oberfläche einer Kugel, und belehren uns nicht über ihre Erhöhung über die Kugelfläche; das Barometer würde uns diese Erhöhung kennen lehren. Zu dem Ende müßte man an jedem Orte mehrere Jahre lang Thermometer und Barometer, die völlig vergleichbar wären, beobachten, um die mittlere Temperatur und den mittlern Barometerstand jedes Orts kennen zu lernen. Eine solche Arbeit, die sich leicht über ganz Europa ausdehnen ließe, würde uns ein vollständiges Nivellement dieses Erdtheils viel ausgedehnter, als es durch trigonometrische Messungen möglich ist, verschaffen. Es würde uns den Zug der Bergketten, das Gefälle der Flüsse und die ganze Gestalt des Terrains viel besser kennen lehren, als jede Beschreibung, und daraus würde unstreitig die physikalische Erdbeschreibung, die unter uns viel zu wenig getrieben wird, großen Nutzen ziehen.“ *)

*) Als Herr Biot dieses schrieb, hatte einer seiner gelehrten Landsleute und Freunde in einem der interessantesten Theile unsers Vaterlandes diese Idee schon wirklich in Ausführung gebracht, mit einem Eifer und einer Geschicklichkeit, die Bewunderung erregen. *Nivellement général des Montagnes du Harz, ou Traité théorique et pratique sur la mesure des hauteurs à l'aide du Baromètre*

„Um die Beobachter zu veranlassen, eine solche Arbeit zu unternehmen, habe ich die folgende Tafel berechnet, welche aus den mittlern Barometer- und Thermometerständen die Erhöhung der Orte unmittelbar giebt.“ Herr Biot nimmt bei dieser Tafel an, daß die Barometerstände alle auf 12° des Centesimal-Thermometers, (die mittlere Temperatur von Paris,) reducirt sind; sie gehn von 0^m,765 bis 0^m,70, oder von 28'' 3''',1 bis 25'' 10''',3, um für alle bewohnte Orte in Europa brauchbar zu seyn. Ist die mittlere Temperatur eines Orts t und die mittlere Barometerhöhe desselben h' , so nehme man
$$h = h' \left\{ 1 + \frac{12 - t}{5412} \right\},$$
 suche in der Columnne der Barometerhöhen h , und gehe in der horizontalen Reihe bis zur Temperatur t ; so giebt die Zahl, welche man hier findet, die *Höhe des Orts in Mètres über das Niveau von Paris*, wo die mittlere Barometerhöhe 0^m,76 oder 28'' 0''',6 ist. So z. B. ist in

tro, contenant le développement et la comparaison des diverses méthodes, employées pour cet objet; par l'Ingen. des Mines de France Héron de Villefosse, Commiss. du Gouvern. franç. près les Mines et Usines du Harz, (jetzt Ingén. en Chef des Mines de France et Inspecteur-Général des Mines et Usines des Pays conquis; Envoyé au conseil des Mines en août 1805, ist der Titel eines bis jetzt nur in der Handschrift vorhandenen Werks, durch welches der Verf. zu einem ähnlichen allgemeinen Nivellement von Frankreich Anreizung zu geben hoffte. Dem liberalen Sinne des Herrn von Villefosse, von

Genf die mittlere Temperatur 12° des Centesimal-Thermometers nach Saussure, und $26'' 10'''$, oder $0^m,7266$, nach 14jährigen Barometerbeobachtungen; folglich ist nach der Tabelle Genf $376^m,2$ über das Niveau von Paris erhöht.

„Wäre es daher“, fährt Herr Biot fort, „bekannt, um wie viel Mètres Paris über das Niveau des Meeres erhaben ist, so brauchte man nur diese Zahl zu denen der Tafel hinzu zu fügen, um die absolute Erhöhung jedes andern Ortes zu erhalten. Unglücklicher Weise ist dieses aber ein sehr ungewisses Datum, und es giebt noch keine trigonometrische Operation, die genau genug wäre, um die Höhe von Paris über dem Meere mit Zuverlässigkeit zu bestimmen. Dasselbe ist, wie ich gefunden habe, mit allen übrigen binnenländischen Städten

dem die Bergwerke und die Hüttenwerke des Harzes überall die Spur tragen, verdanke ich die Bekanntschaft mit dieser Arbeit, und die Erlaubniß, in einem der folgenden Hefte der Annalen die Resultate dieses Nivellements und das Profil des Harzgebirges bekannt zu machen, welches ich für das Belehrendste halte, was ich in dieser Art irgendwo gesehen habe. Erst nach wieder hergestellter Ruhe dürfen wir auf die Bekanntmachung des Werkes selbst hoffen, wovon das Nivellement nur den unbedeutendern Theil, die vollständige geschichtliche und prüfende Darstellung aller bis jetzt vorgeschlagenen Methoden des Höhenmessens mit dem Barometer die Hauptsache ausmachen wird.

Gillb.

der Fall. — — Nach den Beobachtungen Shuckburg's, die mit sehr großer Sorgfalt angestellt zu seyn scheinen, ist die mittlere Barometerhöhe an der Meeresfläche $28''\ 2''',2$ oder $0^m,7629$ bei einer mittlern Temperatur von $12^{\circ},8$ nach dem Centesimal-Thermometer. Zu Paris beträgt aber, wie ich schon bemerkt habe, am Spiegel der Seine die mittlere Barometerhöhe $0^m,76$ und die mittlere Temperatur 12° . Rechnet man nach diesen Datis, so findet sich $30^m,83$ oder nahe 31^m als die Erhöhung der Seine in Paris über der Meeresfläche. Da dieses Resultat aus sehr genauen Beobachtungen gefolgert ist, so, glaube ich, lasse es sich als ziemlich zuverlässig ansehen.“

„Die Correction wegen der Ausdehnbarkeit der Luft durch Wärme ist zwar unentbehrlich, wenn man es mit Beobachtungen zu thun hat, die in demselben Lande und zu gleicher Zeit angestellt sind; dagegen ist es keinesweges ausgemacht, ob sie auch dann anzuwenden ist, wenn man Beobachtungen aus entfernten Ländern und Mittel aus sehr vielen Beobachtungen nimmt. Die Formel setzt voraus, daß die Luftsäule, deren Höhe man messen will, im Gleichgewichte sey, und dieses Gleichgewicht ist in der Atmosphäre nicht vorhanden, da die Sonne sie ungleich erwärmt und in ihr beständige Strömungen erzeugt. Es wäre möglich, daß diese Ungleichheiten der Temperatur bloß die Höhe der Atmosphäre änderten, ohne ihren Druck zu verändern; in diesem Falle würden sie keinen Einfluß auf den

corrigirten Barometerstand haben, und man würde lediglich der Columnne bedürfen, über welcher 12° steht, und die eine gleichförmige Temperatur von 12° in der ganzen Luftsäule voraus setzt. Ich sehe indess nicht ab, warum man diese Annahme jeder andern vorziehen sollte. Bis die Erfahrung uns darüber belehrt haben wird, habe ich daher lieber die Tafel in ihrer ganzen Ausdehnung beibehalten wollen. Für Orte, die in demselben Lande liegen, kann man sie ohne Bedenken gebrauchen, und in jedem Falle lassen sich diese Zahlen als eine erste Näherung betrachten.“*)

„Bei dem großen Nutzen, den diese Beobachtungen für die Geographie haben können, halte ich es für wichtig, die Beobachter zu veranlassen, sich ihnen zu unterziehen.“

Es folgt nun auf den vier folgenden Seiten des Herrn

*) Da die Herren Laplace und Biot späterhin in diese Formel den verbesserten Ramond'schen Coefficienten 18336^m statt des ersten 18393^m gesetzt haben, so sind alle Zahlen der Tabelle um $\frac{17}{18193} = 0,003$ zu vermindern, um dieser verbesserten Formel zu entsprechen. *Gilb.*

BIOT's Tafel für Höhen-

Höhen über Paris in Mètres für folgende mitt-

Mittl. Barome-
terhöhen auf
12° C. reduc.

	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0,765	53,6	53,7	53,8	53,9	54,0	54,1	54,2	54,4	54,5	54,6
764	42,9	43,0	43,1	43,2	43,2	43,3	43,4	43,5	43,6	43,7
763	32,2	32,3	32,4	32,4	32,5	32,5	32,6	32,7	32,7	32,8
762	21,5	21,5	21,6	21,6	21,7	21,7	21,7	21,8	21,8	21,9
761	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
759	10,8	10,8	10,8	10,8	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	11,0
758	21,6	21,6	21,7	21,7	21,7	21,8	21,8	21,8	21,9	21,9
757	32,4	32,4	32,4	32,5	32,6	32,6	32,7	32,8	32,8	32,9
756	43,3	43,3	43,4	43,5	43,6	43,6	43,7	43,7	43,8	43,9
755	54,0	54,1	54,2	54,3	54,4	54,5	54,6	54,7	54,8	54,9
754	64,8	65,0	65,1	65,2	65,4	65,5	65,6	65,7	65,8	65,9
753	75,7	75,8	76,0	76,1	76,3	76,4	76,6	76,7	76,9	77,0
752	86,6	86,7	86,9	87,1	87,2	87,4	87,6	87,7	87,9	88,1
751	97,4	97,6	97,8	98,0	98,2	98,4	98,6	98,8	99,0	99,2
75	108,3	108,6	108,8	109,0	109,2	109,4	109,6	109,8	110,0	110,2
749	119,3	119,5	119,7	120,0	120,2	120,4	120,7	120,9	121,1	121,4
748	130,2	130,4	130,7	130,9	131,2	131,4	131,7	132,0	132,2	132,5
747	141,1	141,4	141,7	142,0	142,2	142,5	142,8	143,0	143,3	143,6
746	152,1	152,4	152,7	153,0	153,3	153,6	153,9	154,2	154,5	154,8
745	163,1	163,4	163,7	164,0	164,3	164,6	165,0	165,3	165,6	165,9
744	174,0	174,3	174,7	175,1	175,4	175,7	176,1	176,4	176,7	177,0
743	185,1	185,4	185,8	186,1	186,5	186,8	187,2	187,6	187,9	188,2
742	196,1	196,5	196,8	197,2	197,6	198,0	198,4	198,7	199,1	199,5
741	207,1	207,5	207,9	208,3	208,7	209,1	209,5	209,9	210,3	210,7
74	218,1	218,6	219,0	219,4	219,9	220,3	220,7	221,1	221,5	222,0
739	229,2	229,7	230,1	230,6	231,0	231,4	231,9	232,3	232,7	233,1
738	240,3	240,8	241,2	241,7	242,2	242,6	243,1	243,6	244,0	244,5
737	251,4	251,9	252,4	252,9	253,3	253,8	254,3	254,8	255,3	255,8
736	262,5	263,0	263,5	264,0	264,5	265,0	265,5	266,1	266,6	267,1
735	273,6	274,1	274,7	275,2	275,7	276,3	276,8	277,3	277,9	278,4
734	284,7	285,3	285,9	286,4	287,0	287,5	288,1	288,6	289,2	289,7
733	295,9	296,5	297,0	297,6	298,2	298,8	299,3	299,9	300,5	301,1
732	307,1	307,7	308,3	308,9	309,5	310,0	310,6	311,2	311,8	312,4
731	318,3	318,9	319,5	320,1	320,7	321,3	322,0	322,6	323,2	323,8

messungen mit dem Barometer.

lere Temperaturen nach dem Centesimal-Thermometer.

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
54,7	54,8	54,9	55,0	55,1	55,2	55,3	55,4	55,5	55,6	55,7
43,8	43,8	43,9	44,0	44,1	44,2	44,3	44,4	44,4	44,5	44,6
32,9	32,9	33,0	33,0	33,1	33,2	33,2	33,3	33,4	33,4	33,5
21,9	22,0	22,0	22,0	22,1	22,1	22,2	22,2	22,2	22,3	22,3
11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11,0	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2
22,0	22,0	22,0	22,1	22,1	22,2	22,2	22,2	22,3	22,3	22,4
33,0	33,0	33,0	33,1	33,1	33,2	33,3	33,3	33,4	33,4	33,5
44,0	44,1	44,2	44,3	44,3	44,4	44,5	44,6	44,7	44,8	44,8
55,0	51,1	55,2	55,3	55,4	55,5	55,6	55,7	55,8	55,9	56,0
66,0	66,1	66,2	66,4	66,4	66,5	66,6	66,8	66,9	67,0	67,2
77,2	77,3	77,5	77,7	77,8	77,9	78,1	78,2	78,4	78,5	78,6
88,2	88,4	88,6	88,7	88,9	89,1	89,2	89,4	89,6	89,8	89,9
99,3	99,5	99,7	99,9	100,1	100,3	100,5	100,8	101,0	101,1	101,2
110,5	110,7	110,9	111,1	111,3	111,5	111,7	111,9	112,1	112,4	112,6
121,6	121,8	122,1	122,3	122,5	122,7	123,0	123,2	123,4	123,7	123,9
132,7	133,0	133,2	133,5	133,7	134,0	134,2	134,5	134,7	135,0	135,3
143,9	144,2	144,4	144,7	145,0	145,2	145,5	145,8	146,1	146,3	146,6
155,1	155,4	155,6	155,9	156,2	156,5	156,8	157,1	157,4	157,7	158,0
166,2	166,6	166,9	167,2	167,5	167,8	168,1	168,5	168,8	169,1	169,4
177,4	177,8	178,1	178,5	178,8	179,1	179,5	179,8	180,1	180,5	180,8
188,6	189,0	189,3	189,7	190,1	190,4	190,8	191,2	191,5	191,9	192,2
199,9	200,3	200,7	201,0	201,4	201,8	202,2	202,6	202,9	203,3	203,7
211,1	211,5	211,9	212,3	212,7	213,2	213,6	214,0	214,4	214,8	215,2
222,4	222,8	223,2	223,7	224,1	224,5	224,9	225,4	225,8	226,2	226,6
233,6	234,0	234,4	234,8	235,3	237,7	236,1	236,5	237,0	237,4	237,8
245,0	245,4	245,9	246,4	246,8	247,3	247,8	248,2	248,7	249,2	249,7
256,3	256,8	257,3	257,8	258,2	258,7	259,2	259,7	260,2	260,7	261,2
267,6	268,1	268,6	269,1	269,6	270,2	270,7	271,2	271,7	272,2	272,7
278,9	279,4	280,0	280,5	281,1	281,6	282,1	282,7	283,2	283,7	284,3
290,3	290,8	291,4	292,0	292,5	293,1	293,6	294,2	294,7	295,3	295,8
301,7	302,2	302,8	303,4	304,0	304,5	305,1	305,7	306,3	306,9	307,4
313,0	313,6	314,2	314,8	315,4	316,0	316,6	317,2	317,8	318,4	319,0
324,4	325,1	325,7	326,3	326,9	327,6	328,2	328,8	329,4	330,0	330,7

Mittl. Barome-
terhöhen auf
12° C. reduc.

Biot's Tafel für Höhen-

Höhen über Paris in Mètres für folgende mitt-

	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0,73	329,4	330,0	330,7	331,3	332,0	332,6	333,3	333,9	334,6	335,2
729	340,8	341,4	342,1	342,7	343,3	344,0	344,6	345,3	345,9	346,6
728	351,8	352,5	353,2	353,9	354,6	355,3	356,0	356,7	357,4	358,1
727	363,2	363,9	364,6	365,3	366,0	366,7	367,4	368,1	368,8	369,5
726	374,4	375,1	375,9	376,6	377,3	378,0	378,7	379,5	380,2	380,9
725	385,7	386,4	387,2	387,9	388,7	389,4	390,2	390,9	391,7	392,4
724	397,0	397,7	398,5	399,3	400,1	400,8	401,6	402,4	403,1	403,9
723	408,2	409,0	409,8	410,6	411,4	412,2	413,0	413,8	414,6	415,4
722	419,6	420,4	421,2	422,0	422,8	423,7	424,5	425,3	426,1	426,9
721	430,9	431,8	432,6	433,4	434,3	435,1	435,9	436,8	437,6	438,5
72	442,2	443,1	444,0	444,8	445,7	446,5	447,4	448,2	449,1	450,0
719	453,6	454,5	455,4	456,3	457,2	458,1	458,9	459,8	460,7	461,6
718	465,0	465,9	466,8	467,7	468,7	469,6	470,5	471,4	472,3	473,2
717	476,4	477,3	478,3	479,2	480,1	481,1	482,0	482,9	483,8	484,8
716	487,8	488,8	489,7	490,7	491,6	492,6	493,5	494,5	495,4	496,4
715	499,3	500,2	501,2	502,2	503,2	504,1	505,1	506,1	507,1	508,0
714	510,7	511,7	512,7	513,7	514,7	515,7	516,7	517,7	518,7	519,7
713	522,2	523,2	524,3	525,3	526,3	527,3	528,3	529,3	530,3	531,3
712	533,7	534,7	535,7	536,8	537,8	538,9	539,9	540,9	542,0	543,0
711	545,1	546,2	547,3	548,3	549,4	550,5	551,5	552,6	553,7	554,7
71	556,7	557,8	558,9	560,0	561,0	562,1	563,2	564,3	565,3	566,4
709	568,3	569,4	570,5	571,6	572,7	573,8	574,8	575,9	577,1	578,2
708	579,7	580,9	582,0	583,1	584,3	585,4	586,5	587,7	588,8	590,0
707	591,3	592,4	593,6	594,7	595,9	597,0	598,2	599,4	600,5	601,7
706	602,9	604,1	605,2	606,4	607,6	608,8	609,9	611,1	612,3	613,5
705	614,4	615,5	616,8	618,0	619,2	620,4	621,6	622,8	624,0	625,2
704	626,1	627,3	628,6	629,8	631,0	632,2	633,4	634,6	635,9	637,1
703	637,7	638,9	640,2	641,4	642,7	644,0	645,2	646,4	647,7	648,9
702	649,3	650,6	651,9	653,1	654,4	655,7	656,9	658,2	659,5	660,8
701	661,0	662,3	663,6	664,9	666,2	667,5	668,7	670,0	671,3	672,6
70	672,7	674,0	675,3	676,6	677,9	679,2	680,6	681,9	683,2	684,5

messungen mit dem Barometer.

lere Temperaturen nach dem Centesimal-Thermometer.

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
335,8	336,5	337,1	337,8	338,4	339,1	339,7	340,4	341,0	341,6	343,3
347,3	348,0	348,6	349,3	349,9	350,6	351,3	351,6	352,6	353,3	353,9
358,7	359,4	360,1	360,8	361,5	362,2	362,9	363,5	364,2	364,9	365,6
370,2	370,9	371,6	372,3	373,0	373,7	374,4	375,2	375,9	376,6	377,3
381,7	382,4	383,1	383,9	384,6	385,3	386,1	386,8	387,5	388,3	389,0
393,2	393,9	394,7	395,4	396,2	396,9	397,7	398,4	399,2	399,9	400,7
404,7	405,5	406,2	407,0	407,8	408,6	409,3	410,1	410,9	411,7	412,4
416,2	417,0	417,8	418,6	419,4	420,2	421,0	421,8	422,6	423,4	424,2
427,7	428,6	429,4	430,2	431,0	431,8	432,7	433,5	434,3	435,1	435,9
439,3	440,2	441,0	441,8	442,7	443,5	444,4	445,2	446,1	446,9	447,7
450,8	451,7	452,6	453,4	454,3	455,2	456,0	456,9	457,7	458,6	459,5
462,5	463,4	464,3	465,1	466,0	466,9	467,8	468,7	469,6	470,5	471,3
474,1	475,0	475,9	476,8	477,7	478,6	479,5	480,4	481,3	482,2	483,2
485,7	486,6	487,6	488,5	489,4	490,4	491,3	492,2	493,1	494,1	495,0
497,4	498,3	499,3	500,2	501,2	502,1	503,1	504,0	505,0	505,9	506,9
509,0	510,0	511,0	511,9	512,9	513,9	514,9	515,8	516,8	517,8	518,8
520,7	521,7	522,7	523,7	524,7	525,7	526,7	527,7	528,6	529,6	530,6
532,4	533,4	534,4	535,4	536,4	537,5	538,5	539,5	540,5	541,5	542,6
544,1	545,1	546,2	547,2	548,2	549,3	550,3	551,4	552,4	553,4	554,5
555,8	556,9	557,9	559,0	560,0	561,1	562,2	563,2	564,3	565,4	566,4
567,5	568,6	569,7	570,8	571,9	572,9	574,0	575,1	576,2	577,3	578,4
579,3	580,4	581,5	582,6	583,7	584,8	585,9	587,0	588,2	589,3	590,4
591,0	592,2	593,3	594,4	595,6	596,7	597,8	599,9	600,1	601,2	602,4
602,9	604,0	605,1	606,3	607,5	608,6	609,8	610,9	612,1	613,2	614,4
614,6	615,8	617,0	618,2	619,4	620,5	621,7	622,9	624,1	625,2	626,4
626,4	627,6	628,8	630,0	631,2	632,4	633,6	634,8	636,0	637,2	638,4
638,3	639,5	640,7	642,0	643,2	644,4	645,6	646,9	648,1	649,3	650,5
650,2	651,4	652,6	653,9	655,1	656,4	657,6	658,9	660,1	661,4	662,6
662,0	663,3	664,6	665,8	667,1	668,4	669,7	670,9	672,2	673,4	674,7
673,9	675,2	676,5	677,8	679,1	680,4	681,7	682,9	684,2	685,5	686,8
685,8	687,1	688,4	689,8	691,1	692,4	693,7	695,0	696,3	697,7	699,0

VI.

*Vervollkommnung der Orgel oder das Panharmonicon. *)*

Das *Panharmonicon*, welches der Mechanicus Mälzel aus Wien nach Paris gebracht hat, und hier öffentlich hören läßt, ist ein Instrument nach Art der Orgeln, oder vielmehr die ursprüngliche Orgel vervollkommnet; ist es anders wahr, wie es sich glauben läßt, daß die Orgel anfangs bloß aus einfachen Pfeifen bestand, welche durch mechanische Mittel und ein künstliches Anblasen zum Tönen gebracht wurden. Und doch unterscheidet sich dieses Instrument in sehr vielem von den bis jetzt bekannten Orgeln.

Die Röhren unsrer Orgeln haben keine Aehnlichkeit mehr, weder mit der Flöte, noch mit irgend einem Blasinstrumente, welches wahrscheinlich daher kömmt, daß, seitdem die Zahl der Blasinstrumente sich so sehr vermehrt hat, und der Mechanismus ihres Spiels von Tage zu Tage zusammengesetzter geworden ist, die Orgelbauer nicht mehr geschickt genug waren, diese Instrumente durch Blasebälge und Claviaturen zum Ansprechen zu bringen. So wurde die Orgel ein Instrument be-

*) Aus dem *Journal de l'Empire*, 9ten Mars 1807, unterzeichnet M. B. Gilb.

sonderer Art, dem einige Vorzüge eigenthümlich sind, und das mit den übrigen Blasinstrumenten in keiner Beziehung weiter steht, als in so fern es den Ton, der jedem derselben eigen ist, doch immer nur auf eine mehr oder minder unvollkommene Weise nachahmt.

Es ist daher ganz etwas Neues, in einem Orgelwerke das Hautbois, das Basson, die Flöte, die Querpfeife und das Clarinett so zu hören, wie sie jetzt in den Orchestern gebräuchlich sind.

Die größte Schwierigkeit hierbei, an der alle Orgelbauer gescheitert sind, und durch die sie gezwungen worden waren, zu Pfeifen von einer besondern und fast gleichartigen Construction ihre Zuflucht zu nehmen, war, durch mechanische Mittel die Wirkungen der Lippen und der Zunge auf die Mündlöcher der Blasinstrumente nachzuahmen; und bekanntlich sind sie bei jedem dieser Instrumente verschieden. Herr Mälzel scheint diese Schwierigkeit besiegt zu haben; und hauptsächlich hierdurch scheint er Ansprüche auf die Ehre eines Erfinders zu haben.

Die Orgel, der er den Namen: Panharmonicon, giebt, hat zwei sichtbare Windladen. Auf der ersten stehn die Querflöte, und die Flöten mit Zungen und Rohrwerk; auf der zweiten das Serpent, die Hörner und die übrigen Instrumente mit Mundstücken.

Da die untern Enden aller Pfeifen in die Windladen eingesenkt sind, so läßt sich die Art nicht sehen,

wie sie angeblasen werden, und ob dabei das Verfahren bei diesen Instrumenten nachgeahmt, oder durch ein anderes ersetzt ist. Ich habe nur so viel bemerken können, daß die Querflöten, deren Mundlöcher, vermöge der diesem Instrumente eignen Einrichtung, sich über der Windlade unbedeckt befinden, jede von einer künstlichen Lippe bedient werden, deren Mechanismus sehr sinnreich ist. Es bedarf kaum erinnert zu werden, daß jedes Instrument nur einen einzigen Ton angiebt, da das Spiel der Finger des Musicus sich nicht nachahmen läßt, und daß daher von jeder Art Blasinstrument der einzelnen Instrumente so viel als der anzugebenden Töne sind.

Noch hat der Verfertiger die panharmonische Orgel mit Cymbeln, einem Triangel, Pauken und einer großen Trommel versehen, die gleich den Pfeifen durch zwei Klaviere zum Tönen gebracht werden, auf deren Tasten die Stifte der Walze, wie in den Spieluhren und in den Drehorgeln wirken. Man kann nach Belieben andere Walzen einsetzen; jede hat einen bedeutenden Durchmesser, und da auf sie nur Ein Stück gesetzt ist, und sie nach jedem Umlauf sich etwas weiter schieben läßt, so ist die Länge einer Symphonie kein Hinderniß, daß sie sich nicht sollte auf dem Panharmonicon ausführen lassen. Bei den gewöhnlichen Symphonieen, in denen alle Instrumente mitspielen, setzt das erste Klavier sie alle in Bewegung. Das zweite Klavier und dessen Cylinder sind ausschließlich für die Fanfares und die militärischen Stücke bestimmt, welche

che bloßs von den Blasinstrumenten, der zweiten Windlade, und von den Pauken, Cymbeln, dem Triangel und der Trommel ausgeführt werden.

Eine Art von Uhrwerk mit einem Gewichte dreht, nachdem man es aufgezogen hat, die Walze. Das Werk endigt sich mit Windflügeln, welche die Geschwindigkeit des Stücks reguliren. Man erhebt oder senkt die Flügel auf ihrem kleinen Quadranten, und sie bilden einen sehr genauen Zeitmesser.

Dieses sind ungefähr alle äußere und sichtbare Theile der panharmonischen Orgel des Herrn Mälzel. Die Blasebälge und die übrigen Theile, welche zum Mechanismus gehören, befinden sich in dem Grundgestell des Instruments, welches ungefähr 6 Quadratfuß zur Grundfläche und 5 Fuß zur Höhe haben mag. Die Unwissenheit, in der wir über das Detail dieser Theile des Panharmonicons stehn, worauf vielleicht das Geheimniß des Erfinders beruht, macht es uns unmöglich, mehrere Wirkungen des Instruments zu erklären. Dahin gehört das *piano* und *forte*, der Uebergang aus einer Tonart in eine andere ohne Unterbrechung der Bewegung, und ohne Einmischung des Mechanismus; das Anschwellen der Töne in derselben Art von Instrumenten, u. d. m. Wir müssen selbst vieles von dem, was wir von den sichtbaren Theilen gesagt haben, bloßs für Vermuthungen ausgeben, weil sich über ein so zusammengesetztes Instrument nichts mit Gewißheit sagen läßt, wenn man es nicht in

allen Theilen untersucht hat, und weil man sich dabei nur zu leicht durch den Schein täuscht.

Wie indess auch dieser innere Mechanismus beschaffen sey, er muß mit äußerster Sorgfalt ausgeführt seyn, denn es läßt sich nicht die mindeste Reibung hören, und alle Bewegungen, die man sieht, wie z. B. die der Cymbeln und der Trommel- und Pauken-Stöcke, haben nicht nur viel Präcision, sondern auch eine in Maschinen dieser Art sehr seltene Leichtigkeit.

Das Publicum, und selbst die Musiker, schienen mit der Ausführung der Musik zufrieden gewesen zu seyn, und man war der Meinung, noch nie sey eine mechanische Bewegung der unnachahmlichen Vollkommenheit der menschlichen Bewegung so nahe gebracht worden.

Die pyramidalische Gestalt des Panharmonicons, und die Gruppen militärischer Instrumente, aus denen es besteht, machen es zu einer sehr edeln Zierde, die sich vortrefflich für den grossen Saal eines Schlosses schickte. Es liesse sich in Ermangelung eines zahlreichen Orchesters sehr gut bei öffentlichen Festen brauchen; und bei Ceremonien, die zugleich religiös und militärisch sind, möchte es der gewöhnlichen Orgel vorzuziehen seyn. *)

*) Nach Zeitungsnachrichten hat ein Hr. Lecuyer das Panharmonicon im Mai für 100000 Franken gekauft, um es in dem *Palais Royal* öffentlich hören zu lassen, und zwar für 3 Francs, als die Hälfte der sonstigen Entrée.

VII.

SCHREIBEN

des Herrn Prof. PLACIDIUS HEINRICH
im Fürstprimat. Stifte St. Emmeran in
Regensburg, an den Herausgeber.

Den 30sten April 1807.

Mit vielem Vergnügen erhielt ich vor einigen Tagen das erste diesjährige Heft der *Annalen*, woraus ich mit Zuversicht auf die fernere Fortsetzung dieses schätzbaren, in Deutschland einzigen physikalischen Journals schliesse. Möge es sich immer erhalten, und an innerm Werthe gleich bleiben! Nur unfre gegenseitige Entfernung hat mich bisher gehindert, daran Theil zu nehmen. Vielleicht können Sie aber einen Weg einschlagen, oder mir eine Mittelstation anweisen, um diesen Zweck, ohne zu grossen Aufwand für Sie, zu erreichen.

Zusatz zu Band XXIV, St. 3, No. I, der Annalen.

Lefchevin's Bemerkungen über die Wirkung des groben Geschützes auf die Wolken, welche Sie hier mittheilen, hatten für mich ein besonderes Interesse; denn ich beschäftigte mich schon vor vielen Jahren mit demselben Gegenstande. Die Akademie der Wissenschaften in München hatte im

Jahre 1785 die Preisfrage aufgegeben: *Welche Wirkung hat das Abfeuern des Geschützes auf die Wetterwolken? Ist es als ein Mittel gegen die Gewitter- und Hagelschäden einzuführen? u. s. w.* Die von mir eingeschickte Abhandlung wurde mit dem ersten Preise gekrönt, und findet sich in dem 5ten Bande der *Neuen Abhandlungen der bayerisch. Akademie*. Sie enthält im zweiten Theile alles, was ich hierüber, theils aus Schriften, theils aus mündlicher Zusicherung von Augenzeugen, und aus eigener Erfahrung aufbringen konnte; denn das Schiessen bei Gewittern war ehemals in Oesterreich, Baiern, Schwaben, Franken und Tyrol, an vielen Orten üblich. Den von mir angeführten Beispielen mag Leschevin's Erfahrung als ein passender Beitrag beigelegt werden. Uebrigens würde ich so manches, was in dem theoretischen Theile meiner Schrift vorkommt, jetzt austreichen, oder anders sagen; allein man denke, daß sie vor 22 Jahren aufgesetzt wurde, und daß sie die erste Probe meiner wissenschaftlichen Arbeiten enthält.

Daß das Abfeuern der Kanonen auf die Wolken mächtig wirke, daran zweifle ich nicht im geringsten, ungeachtet ich in meinem Leben keine directen, zweckmäßigen Versuche hierüber machen konnte: und welcher Privatmann kann dieses? — Schwerer hält es, die wahre Ursache dieser Wirkung anzugeben. Meines Erachtens muß man dabei nicht vergessen, daß die Wolken fremdartige in der atmosphärischen Luft schwebende Massen

find. Nun sehe man zu, 1. was mit leichten Körpern geschieht, welche auf der anfangs ruhigen See gleichförmig vertheilt schwimmen, wenn das Wasser in eine oscillirende, oder hin- und herströmende Bewegung versetzt wird. 2. Vergesse man nicht, welche Wirkung das Abfeuern der Kanonen auf benachbarte Gebäude äußert; die Fenster zerpringen in Trümmer, ruinöse Gebäude stürzen ein. 3. Erinnere man sich an die Chladni'schen Figuren, welche sich auf tönenden Glasstreifen bilden. Dieser etwas gewagte Gedanke scheint mir aller Aufmerksamkeit würdig: Hier Glas, dort Luft in eine schwingende Bewegung versetzt: hier wie dort Schwingungsknoten, und was die unmittelbare Folge derselben ist, hier Anhäufung des Sandes an gewissen Stellen und Entfernung von andern, dort Zertheilung der Wolken an diesen und Anhäufung an andern Orten. — — —

Zufällige Bemerkungen, welche sich mir in Verfolge meiner öffentlichen Vorlesungen und Versuche über die verschiedenen Gasarten unlängst darbaten.

1. Die Eintheilung der Luftarten in *athmenbare* und *nicht-athmenbare* ist nicht gut gewählt. Außer der atmosphärischen Luft verdient keine das Prädikat: *athmenbar*, im eigentlichen Sinne des Wortes. Ich bin sogar der Meinung, daß ein künstliches Gemisch, den Bestandtheilen und dem Verhältnisse nach der atmosphärischen Luft ähnlich,

zum Athmen nicht lange taugen würde. Auch in diesem Stücke bleibt es wahr, daß wir durch Kunst die Natur zwar nachahmen, aber nicht erreichen können. Den ersten Preis würde, wie es mir scheint, der Naturforscher verdienen, dem es gälänge, das Sauerstoffgas rein aus der Atmosphäre zu scheiden und darzustellen.

2. Der Versuch mit einem kleinen Luftballe hat mich gelehrt, daß Wasserstoffgas, (aus Wasser, Eisenfeil und Schwefelsäure,) an specifischer Schwere beträchtlich zunimmt, wenn man es bei der Entbindung durch Wasser streichen, oder eine Zeit lang über Wasser stehen läßt. Könnte dieser Umstand nicht auch Einfluß auf die Resultate des Voltaischen Eudiometers haben? Liefern Sie uns doch in Ihren Annalen eine gute Zeichnung und Beschreibung dieses Werkzeuges, die wir meines Wissens in deutschen Journalen noch vermiffen. *)

*) Herr Freiherr von Humboldt bedient sich dazu erstens der Maafsrohren und der kleinen mit einem Schieber versehenen Gefäße des Fontana'schen Eudiometers, und zweitens einer starken Glasröhre zum Detoniren des Gasgemisches. Die letztere hat an beiden Enden messingene Fassungen mit einem Hahne, welche sich, die eine trichterförmig, die andere glockenartig erweitern. Gern werde ich in einem der folgenden Hefte eine Abbildung dieses Detonationsgefäßes liefern, wie es der Herr Mechanicus Mendelssohn in Berlin unter den Augen des Herrn Freiherrn von Humboldt verfertigt.

Gilb.

3. Die Luft, welche man durch Glüehitze aus Salpeter enthält, trägt sehr uneigentlich den Namen: *Sauerstoffgas*; sie enthält in fünf Theilen immer nur 4 Theile Sauerstoffgas, und ich kenne kein Mittel, den beigemengten Stickstoff daraus zu entfernen und verschwinden zu machen. Wenn bei der Entbindung dieses Gas aus Salpeter die Retorte bis zu Ende des Processes aushält, so erscheint das in ihr zurück bleibende Kali alle Mahl gefärbt, grün oder gelb. Woher rührt diese Färbung des Kali? von der Glüehitze? oder vom Stickstoff? Braunstein fand sich doch nicht ein. *) Bekömmt aber die Retorte, während der Operation, Risse, so fließt das Kali durch, und der noch unzerlegte Salpeter bleibt ungefärbt zurück. Ich erinnere mich nicht mehr, ob in diesem Falle das Kali gefärbt war oder nicht.

4. In den *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1784, Seite 287 u. f., versichert le Sage, daß sich Frösche im Wasserstoffgas, nach Verlauf von 14 bis 20 Tagen, in ein *Fluide d'un gris rougeâtre* auflösen. Um dies zu prüfen, hing ich zwei lebende Frösche in Wasserstoffgas auf, das mit Wasser gesperret war. Der eine, welcher ganz frei schwebte, blieb 20 Tage lang unverweslich, nur schwellen die Schenkel stark vom abgesetzten Blute an. Die Luft war jetzt noch brennbar wie zuvor.

*) Ihn oder Eisen enthält, so viel ich weiß, alles gewöhnliche Glas. Auch sollen jetzt viele Glashütten zum Afsenik greifen, um an Potaſche zu sparen.

Gilbert.

Unter der zweiten Glocke hingen die Schenkel des Frosches im Wasser, der Oberleib aber frei im Gas. Das Wasser wurde nach und nach stinkend, unrein und trübe. Der Leib des Frosches blieb auch nach 20 Tagen noch unzersetzt; die im Wasser befindlichen Schenkel aber waren ganz aufgelöst, und die Knochen lagen abgefondert herum. Der Gestank des Sperrwassers u. s. w. fiel mir dabei so lästig, daß ich die zurück gebliebene, ohne Zweifel verdorbene Luft nicht weiter untersuchte.

Es scheint also, daß nicht das Wasserstoffgas für sich, sondern das damit in Berührung und Mischung gebrachte Wasser die Auflösung der Muskeln bewirkte.

5. Bei der Entbindung von Salpetersäure aus Salpeter durch Schwefelsäure in einer kleinen Retorte von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, die ich über einer Weingeistlampe erhitzte, welche ich aus guten Gründen der Argand'schen Lampe mit Oehl vorzöge, erhielt ich aus 2 Kubikzoll Salpeter, außer dem rauchenden Salpetergeist, der sich in der Vorlage ansammelte, noch in dem mit der Vorlage verbundenen pneumatischen Apparat 40 Kubikzoll Luft, in welcher Stahldraht verbrannte, nachdem ich die anfangs übergehende, und zum Theil aus der Mittelflasche kommende Luft frei hatte wegstreichen lassen.

6. Warum hört bei der Destillation des ätzenden Salmiakgeistes die Gasentbindung auf, wenn die Leitungsröhre zu heiß wird, und der Salmiak-

geißt sich häufiger in der Mittelflasche absetzt? Etwas ähnliches bemerkte Winzler bei seiner Thermolampe, S. 32. Der verschiedene Grad der Wärme bringt vermuthlich verschiedene Wirkungen hervor.

7. Dafs oxydirtes salzsaures Gas auf die Politur des Spiegelglases einen schädlichen Einfluß habe, davon hat mich im verwichenen Herbste eine sehr unangenehme Erfahrung überzeugt.

Meine große Electrirmaschine, mit einer Glascheibe von 32 pariser Zoll im Durchmesser, stand beim Schlusse meiner Experimental-Kollegien noch im Hörsaale, als ich daselbst mehrere Tage nach einander Bleichversuche mit oxydirttem salzsauren Gas machte. Nun war meine sonst äußerst wirksame Maschine wie todt. Mit Mühe konnte ich einen Funken aus dem ersten Conductor locken, ob sie gleich in allen Theilen gut wie sonst bestellt war. Mir blieb nichts übrig, als die Ursache dem im Zimmer verbreiteten Gas zuzuschreiben. Was mich in dieser Meinung bestärkte, war dieses, dafs ich die Politur der Glascheibe etwas matt und angegriffen fand. Durch anhaltendes Drehen verbessert sich nun die Maschine allmählig wieder; sollte ich ihr dadurch den vorigen Grad der Stärke nicht mehr geben können, so bleibt mir nichts übrig, als eine frische Politur, welches allerdings sehr schwer hält.

Wer die Wirkung des oxydirten salzsauren Gas auf Metalle und Alkalien, und die Bestandtheile des Glases kennt, wird sich die Sache leicht erklären.

Ein ähnlicher Vorfall ist folgender: Im Hörsaale stehen unter andern zwei *weiß* überstrichene Glaschränke. Als ich die Versuche mit Schwefel-Wasserstoffgas machte, wurden beide schmutziggelblich, ungefähr so, wie verfälschter Wein bei der Hahnemann'schen Probe. Der Mahler hatte nämlich, was ich nicht wußte, Bleiweiß unter die Farbe gemischt, womit die Kästen überzogen waren.

Zwei Vorfälle, welche zur Warnung für Experimentatoren hier stehen. Ueberhaupt fordern die Versuche mit den Gasarten, über Wärme und Feuer, u. s. f., ein eignes Laboratorium, aus welchem alles Metall, alle Instrumente von einigem Werthe, aller optischer Apparat, Glaschränke mit Vergoldung oder Anstrich, u. dgl., sorgfältig entfernt werden müssen. Beinahe jeder Theil der Experimentalphysik fordert seinen eignen Platz, vorzüglich Hydrostatik und Hydraulik, Optik, Electricität, chemischer Theil der Naturlehre, jeder ein anderes, zweckmäßig eingerichtetes Zimmer. Allein wem steht so ein geräumiges, mit so vielen Abtheilungen versehenes Gebäude zu Gebote? Eine einzige Universität nach einem vollkommenen Ideale dargestellt, würde eine kleine Stadt bilden.

8. Wenn man bei der Gewinnung des *Schwefel-Wasserstoffgas* aus Schwefelleber die Erhitzung bis zum Aufwallen treibt, so entbindet sich nicht mehr hepatisches, sondern ein ganz anderes, mehr dem *schwefelsauren* ähnliches Gas.

9. *Phosphor-Wasserstoffgas* scheint mir kein eigenthümliches Gas zu seyn. Der Phosphor ist im Gas bloß durch die Wärme aufgelöst, und damit mehr mechanisch als chemisch verbunden. Wird das Gas eine Zeit lang in Gefäßen aufbewahrt, so geht schon nach Verlauf einer Stunde eine Scheidung vor: der Phosphor präcipitirt sich, und das Gas mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht, explodirt nicht mehr. Die sich entbindenden Luftblasen sind vermuthlich nichts, als Wasserstoffgas in einer Hülle von Phosphor, durch Wärme ausgedehnt. Bricht diese Luftblase aus dem Wasser hervor, so entzündet sich der beträchtlich verdünnte und erwärmte Phosphor, und mit ihm das Wasserstoffgas. *) Die kräuselnd aufsteigende Wolke ist nichts als eine durch Verbrennen erzeugte phosphorige Säure. Woher aber das Kräuseln, und zwar alle Mahl nach derselben Richtung?

10. Seit vielen Jahren bediene ich mich des Spiegelbeleges, um die Reibezeuge meiner Electrifi-

*) Nur wenn das Phosphor-Wasserstoffgas ziemlich heiß ist, entzündet es sich bei der Berührung der Luft. Einige Mahl, wenn ich es aus dem Kolben, worin es durch Kochen von ätzender Kalilauge über Phosphor entbunden wurde, durch ganz kaltes Wasser steigen ließ, entzündeten sich die Gasblasen nicht, und es bildete sich an der Oberfläche des Wassers, wo sie zerplatzten, ein grauer Niederschlag. Hat man Brunnenwasser genommen, so setzt sich in der Regel eine große Menge phosphorsauren Kalkes daraus ab. *Gill.*

maschinen zu belegen. Da man es sich sehr leicht verschaffen, auch gut und gleichförmig auftragen kann, und da es an Wirkung keinem andern nachsteht, so ziehe ich es selbst dem Kienmayer'schen Amalgama vor.

Ausdehnung des Eises und der Kohle durch Wärme.

Im Winter 1802 auf 1803 machte ich eine Reihe von Versuchen über die Ausdehnung des Eises und der Holzkohle. Die Resultate davon enthält eine Abhandlung, welche 1806 in München unter den *Schriften der königl. bairischen Akademie der Wissenschaften*, (2te Abtheilung, S. 149 — 200,) erschienen ist.

Ein Eiscylinder zieht sich um 0,0003064 seiner Länge zusammen, wenn die Temperatur des ihn umgebenden Mittels um 10° Reaum. abnimmt. Wäre es erlaubt, von 10° bis 80° abwärts zu schließen, so gäbe beim Eise eine Temperaturveränderung von 80° eine Längenveränderung von 0,0024512 des Ganzen, mithin mehr, als bei allen festen Körpern, womit man bisher Versuche gemacht hat.

Eis zieht sich also, gleich andern Körpern, bei wachsender Kälte zusammen, und dehnt sich bei abnehmender Kälte aus. Muffchenbroek und viele andere Naturforscher waren entgegen gesetzter Meinung.

Tritt das Eis der Temperatur des Aufthauungspunktes sehr nahe, so zieht es sich schnell und sehr auffallend zusammen, ohne noch in den tropfbaren

Zustand übergegangen zu seyn; denn das Schmelzen geschieht nur langsam.

Das specifische Gewicht des Eises zu dem des Wassers fand ich $= 75 : 83$, oder sehr nahe $= 9 : 10$, welches der Boyle'schen Angabe sehr nahe kömmt.

Holz dehnt sich bei Erhöhung der Temperatur nicht merklich aus, wenigstens nicht nach der Länge. Ich machte aber nur mit Tannen-, Eichen- und Buchenholz die Versuche.

Beim Act der Verkohlung erfolgt eine starke Zusammenziehung.

Die Holzkohle dehnt sich bei erhöhter Temperatur mehr als viele andere feste Körper aus: diese Ausdehnung schreitet aber nicht gleichförmig fort, sondern sie ergiebt sich stoßweise.

Die Größe der Ausdehnung, bei einer Temperaturerhöhung von 80° Reaum., beträgt ungefähr
 bei Tannenkohle $0,0010$
 bei Eichenkohle $0,0012$ } der ganzen Länge;
 allein es hält sehr schwer, einen Apparat auszumitteln, welcher hier sehr genaue und bestimmte Resultate lieferte. Mein Verfahren findet man in obiger Abhandlung. Ueberhaupt wird bei Versuchen mit der Holzkohle viele Vorsicht erfordert, damit man nicht durch Nebenumstände irre geführt werde. Wenn man z. B. ein frisch verkohltes Stängelchen sammt dem Pyrometer in die freie Luft stellt, so wird anstatt der Verkürzung bei abnehmender Temperatur Ausdehnung erfolgen; die Ur-

sache davon schreibe ich der Feuchtigkeit zu, welche die Kohle aus der Luft begierig einschluckt, zum Theil auch den Gasarten, die sie aus der Atmosphäre einschlürft.

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß die Kohlen in den Meilern nach der Abkühlung wieder anschwellen.

Natur des Lichtes.

Es ist bereits aus der *monatl. Corresp.* des Hrn. B. v. Zach, (April 1807,) bekannt, daß ich mit Herrn Prof. Link in Rostock den Petersburger Preis über die *physikalische Frage von der Natur und den Eigenschaften des Lichtes* getheilt habe. Da meine Abhandlung gegenwärtig ein Eigenthum der kaiserl. Akad. d. Wissensch. von St. Petersburg ist, so kann ich auch keinen Gebrauch davon machen, werde aber nicht ermangeln, hierüber nähere Auskunft zu geben, so bald unsre Preisschriften durch öffentlichen Druck zur Kenntniß des Publicums kommen.

VIII.

ERWIEDERUNG

auf des Hrn. Dr. Mollweide Bemerkungen,

vom

Commissionsrath Bussz.

(Fortsetzung von Ann. 1807, St. 2, No. VII.)

Vorläufig muß ich anzeigen, daß a. a. O. folgende Druckfehler vorkommen.

Sogleich am Anfange meiner Erwiderung Seite 222 stehen zwei Striche — — statt folgender Periode: „Auch das zweite Manuscript des Hrn. Dr. Mollweide, um ein ziemliches kürzer und milder als das erste abgefäfst, schicke ich, wie vor einigen Monaten das erste, mit umgehender Post an den Hrn. Herausgeber zurück; muß aber dieses Mal noch dringender als damahls bitten, daß es nunmehr wirklich und unverändert gedruckt werde, weil ich bei meinen vielen anderweitigen Arbeiten schlechterdings keine Zeit übrig habe, etwa zum dritten Mal eine neue Antwort zu schreiben.“

Seite 224, Zeile 7 von oben, steht doch ohne statt auch ohne, und Zeile 9: weil sie, statt wenn sie;

Seite 225, Zeile 5 von unten: müssen statt müßten; Seite 228, Zeile 19 von unten: veneramus statt veneramur; und endlich Seite 229, Zeile 7 von unten: hatte statt hätte.

Druckfehler, wie der vorletzte, können dem besten Corrector unbemerkt bleiben, wenn die Lettern gar zu klein sind. Leider sogar auch mathematische Bücher werden seit einiger Zeit gedruckt, einige in Doppel-Folio mit Patagonischen Lettern, und andere mit Let-

tern aus Lilliput. Mir freilich hat die Natur zwei scharfe Augen verliehn, von denen ich das eine sehr fernsichtig, das andere sehr kurzsichtig gemacht habe, weshalb ich für beide Arten von Lettern den bequemsten Gesichtspunkt zu respective 3 bis 4 Fuß, oder 3 bis 4 Zoll Entfernung benutzen kann. In der Regel aber ist die Zwergschrift bloß für die kurzsichtige Jugend bequem. Nicht nur wird in Deutschland schon die Armuth der Gelehrten es verhindern, auch die Mode der Riesenschrift mitzumachen; sondern da überdies in Deutschland gegenwärtig die junge Welt sich benimmt, als ob sie niemahls alt zu werden Willens wäre, so will ich ihr mit den Todtenschädeln von dem Begräbnißplatze zu Neustadt-Dresden zurufen:

Die ihr vorüber geht, Mann, Jüngling oder Kind,
Wir waren was ihr seyd, ihr werdet was wir sind!

Man nehme mit dieser Uebersetzung vorlieb, da ich so gleich der eigentlich lateinischen Inschrift mit metrischer Genadigkeit mich nicht zu erinnern weifs. *)

Schlechterdings sollen diese Zeilen nicht auch gegen den würdigen Herausgeber der Annalen gerichtet seyn. Wir beide sind ja alte Freunde, also auch an Jahren nicht so gar viel verschieden. Auch gehören selbst die obigen s und r noch lange nicht zu den kleinsten. Aber Herr Mayer Hirsch hat für seine Sammlung geometrischer Aufgaben offenbar in Lilliput gießen lassen.

*) Was ich zusammen zu bringen weifs, wäre folgendes:

*Vos, qui transitis, memores vestri, rogo, sitis;
Quod sumus, hoc eritis, fuimus aliquando, quod estis.*

Vermuthlich dem Originale nicht völlig gemäß. Indessen würde es, auch bei nicht bessern Füßen, dennoch die Herzen aller Leser erreichen. B.

Blofs eine Fortsetzung statt meines schon versprochenen kurzen Beschlusses erfolgt hier: denn die Umstände haben sich geändert.

In allem meinem Thun und Lassen ein recht laut erklärter Feind von allem dem, was man Pedanterei zu nennen nat, pflege ich auch in Streitigkeiten nie den Krittler zu machen, der auch jedes kleine Unrecht des Gegners in Anspruch nimmt. Aber es ist ja keine Kleinigkeit, dafs Herr Mollweide auch in seiner Gegenbemerkung, No. VIII, a. a. O., aufs neue meiner Anzeige etwas aufbürden will, was schlechterdings in ihr gar nicht vorkommt.

„Herrn Buffe's Anzeige enthält so wohl die Anfrage, ob der erwähnte Satz ein Stein des Anstosses geworden sey, als die Anzeige, dafs Herr Buffe zum Beweise desselben die Naturphilosophie in Requisition gesetzt habe.“

Ich lese meine ganze, nur kurze Anzeige aufs neue durch, und finde abermahls, dafs sie durchaus nur Anzeige, nirgends Anfrage ist. Indessen würde ich diese falsche Versicherung, wenn sie die einzige wäre, ungerügt hingehen lassen, weil ich es sehr natürlich finde, dafs Hr. Mollweide auf irgend eine Weise das Windmühlengefecht von sich abzulehnen wünscht.

Aber ich lese meine Anzeige abermahls durch, und sehe, ich habe es aufs deutlichste in ihr erzählt, wie mir diejenige Ueberzeugung, welche ich blofs nebenher eine naturphilosophische genannt habe, durchaus von selbst zuerst entstanden ist, und dafs ich dann auch die Algebra. (schreibe Algebra: nicht Naturphilosophie,) in Requisition gesetzt habe, „um jene vorläufige Ueberzeugung zu bestätigen, welche naturphilosophisch zu heissen verdient.“ Wie unwahr und wie unbedachtam ist daher die Versicherung des Herrn Mollweide, dafs seine Mittheilung nöthig gewesen sey, um zu zeigen,

dafs der Beweis ohne Requisition der Naturphilosophie zu finden sey!

Dieses Benehmen meines Gegners veranlaßt mich, nunmehr auch zu rügen, was ich, um kurz zu beschließen, gänzlich ungerügt zu lassen Willens war, dafs nämlich schon in seiner ersten Bemerkung §. 6, eben so unwahr und eben so unbedachtsam geschrieben steht:

„Was die Hauptschwierigkeit, welche Euler bei diesem Problem findet, und welche Hr. Buffe zwar anführt, aber durch Einmengung der Lehre von den entgegen gesetzten Gröfsen in ein ganz falsches Licht stellt, betrifft, so besteht dieselbe darin, dafs die Geschwindigkeit des angezogenen Körpers im Mittelpunkte der Anziehung unendlich ist, jenseits desselben aber wieder endlich wird.“

Ich dünke doch, die Sache selbst, das Entstehen der unendlichen Geschwindigkeit und das Uebergehen in die endliche, hat Kline, ohne irgend der entgegen gesetzten Gröfsen zu erwähnen, eben so kurz als treffend und pragmatisch erzählt; und unter uns gesagt, alles, was Kline dort berichtet, das hat er von mir! Dem verewigten grossen Euler, der noch viel grösser war, als ich und Kline zusammen genommen, würden jene unendliche und endliche Geschwindigkeit an und für sich selbst betrachtet, ebenfalls die geringste Schwierigkeit nicht verursacht haben. Was ihm Schwierigkeit verursacht, ist sein *algebraischer Ausdruck*, der statt der *endlichen Geschwindigkeit* eine *unmögliche* angiebt. Indem ich diese Schwierigkeit zu heben den Mathematikern vorlegte, von der ich laut der ganzen Tendenz meiner Aufforderung behauptete, dafs sie lediglich durch ein nicht gehörig angelegtes, nicht gehörig gebrauchtes $\mp$ entsteht: so mufs ich ja des $\mp$ wohl erwähnen! Wenn ich es *hierbei* nicht hätte, mit Hrn. Moll-

weide zu reden, einmengen wollen, so hätte ich schreiben müssen, ich mag nicht sagen, wie!

Was Herr Mollweide gleich darauf vom Uebergange zwischen Endlichem und Unendlichem sagt, und dafs es dafür *keine Brücke* gebe, sondern ein *Sprung* *nothwendig* sey, soll ohne Zweifel mir zur Lehre darauf dienen, dafs ich den Mathematikern schon mehrmahls, aufs neue auch in meiner Aufforderung S. 247, denjenigen in die Trigonometrie eingeschlichenen Uebergang, der ein $+\infty = -\infty$ neben dem $+\frac{1}{\infty} = -\frac{1}{\infty}$ behauptet, als unstatthaft vorgeworfen habe. Was die Brücke betrifft, so entsteht es mir nicht, dafs auch der Uebergang von $+\frac{1}{\infty}$ durch 0 in $-\frac{1}{\infty}$ durch bestimmte Bilder unsrer Einbildungskraft nicht abgereicht werden kann. Aber von unserm Verstande wird dennoch *dieser* Uebergang für völlig wahr und schließlich anerkannt. Aus dem §. 83, den ich so eben für die neue Auflage meiner Algebra niedergeschrieben habe, wird es dennoch auf eine sehr leichte Weise erhellen, dafs für *diesen* Uebergang eine unendlich halbare *Brücke* durch blofse Betrachtung der arithmetischen Mafsteiler sich *erbauen* läfst. Denn die ganze Schwierigkeit, welche hierbei vorkommt, ist ebenfalls gehoben, wenn man nach dem angeführten *sehen* es einsieht, dafs das Verhältnifs zwischen incommensurablen Gröfsen zwar durch angebliche Zahlen sich nicht abreihen lasse, dennoch aber vorhanden sey. Dagegen habe ich den andern Uebergang, nach welchem man z. B. eine unendlich wachsende bejahte Gröfse durch $+\infty = -\infty$ nur negativ übergehend behauptet, und der für unsere deutschen Naturphilosophen, wenn sie darauf gerathen sollte, eine gesunde Leckerei abgeben würde, diesen Uebergang habe ich für wenigstens *übervernünftig* schon mehrmahls erklärt. Erschöpft man meine Geduld, so

kann ich auch geradezu *unvernünftig* ihn nennen. Auch bin ich dann nicht etwa damit zufrieden, mit *Verwirrung der Begriffe* um mich zu werfen, dergleichen Ueberwerfens doch wohl Herr Mollweide, wo Er gegen mich schreibt, sich durchaus enthalten sollte; sondern es ist vom Halsbrechen die Rede: und nachdem ich die Entstehung jenes unvernünftigen $+\infty = -\infty$ durch *Entwirrung der Begriffe*, (in meinen *Neuen Erörterungen*.) aufgedeckt habe; so mache ich auf die allzu hartnäckigen Mathematiker eine Anwendung des bekannten Spruches, *errare humanum est, sed in errore permanere, das ist des Teufels!* Auch streitet es wider alle Regeln der Klugheit und wider alle Pflichten der Selbsterhaltung, durch einen *Sprung* über eine *unendlich weite Kluft* sein Leben so muthwillig in die Schanze zu schlagen. Auch der Mathematiker hat nur *ein Leben!* Bei dem blossen Arithmetiker scheint es wohl auf den ersten Anblick etwas zäherer Natur zu seyn, als bei dem allgemeinen Mathematiker, weil jener erstere auf seinen diskreten Zahlenreihen schon zu dem Springen gewöhnt ist. Aber, der höhern Arithmetik zu geschweigen, so ist doch bei genauerer Betrachtung auch die nicht höhere, wo sie mit den incommensurabeln Grössen sich befassen muß, ebenfalls ein Kind des Todes, wenn die *wirklich stetigen* Grössen irgend ein Loch bekommen, oder sogar ein unendlich grosses $= \infty$! Bei *stetigen* Grössen aber *gibt es nichts zu springen*.

Nunmehr würde ich den *kurzen Beschluß* meiner Erwiderung hier sogleich folgen lassen, wenn ich nicht erfahren hätte, daß Herr Prof. Klügel selbst noch eine kurze Erörterung der Euler'schen Schwierigkeit mittheilen wolle. Wenn dem so ist, so ersuche ich diesen geübten Mathematiker bei dieser Gelegenheit zugleich, anzuzeigen, ob nach seinem Urtheile die beiden Formeln des Herrn Mollweide das beste ausmachen,

was auf meine Aufforderung die alte Theorie mir zu entgegnen hat! Dann kann die Sache sogleich zwischen ihm, dem Hauptvertheidiger der alten Theorie, und mir ausgemacht werden, ohne daß ich die Leser durch zerstückeltes Vorpostengefecht zu ermüden brauche. Ueberdies müssen doch auch gerade wir beide, wegen eines neuen $\mp$ in dem *Mathematischen Wörterbuche* noch aufs Reine zu kommen suchen.

IX.

*Aus einem Briefe des Herrn Professors
Maréchaux.*

München den 7ten Jul. 1807.

— — — — Sie haben den Lesern Ihrer *Annalen* verschiedene Fragmente aus meinen etwas flüchtig geschriebenen Briefen mitgetheilt, welche Versuche betreffen, die hier angestellt werden, und worunter bloße Gerüchte sind, die ohnehin das Urtheil des Publicums über diese Sache nicht bestimmen können. Sagen dieser Art pflegen über kurz oder über lang durch andere Sagen widersprochen zu werden, die am Ende selbst kein besseres Schicksal erfahren. Es ist unter diesen Umständen um so schwerer, die Wahrheit zu erkennen, da mancher, der von diesen Versuchen spricht, vielleicht nur in der Absicht, um seiner Aussage ein größeres Gewicht beizulegen, hinzu fügt, er habe den Versuch selbst gesehen.

X.

ZEITUNGSNACHRICHT

von einem Meteorsteine, der in Rußland herab gefallen ist.

(Aus einem Schreiben, Petersburg den 13ten Julius, im Hamburger unparteiischen Corresp., 1807, No. 126.)

Die kaiserliche Akademie der Wissenschaften hat den 27ten Junius von Sr. Erlaucht, dem Herrn Minister des Innern, Grafen Victor Pawlowitsch Kotschubei, einen beinahe vier Pud, (160 Pfund,) schweren, im Juchnowschen Kreise des Smolenskischen Gouvernements herunter gefallenen Meteorstein nebst folgender Beschreibung der seinen Fall begleitenden Erscheinungen erhalten:

„Zufolge des Berichts vom Juchnowschen Landgerichte an den Herrn Kriegsgouverneur von Smolensks, General von der Kavallerie, Apraxin, ward am 13ten März 1807 nach Mittag von allen Bewohnern der umliegenden Gegend ein außerordentlich starker Donner Schlag mit großem Getöse und Krachen gehört.“

„Zur selbigen Zeit waren zwei fremde Bauern aus dem der Gutsbesitzerin Gräfin Golowkin zugehörigen Dorfe Peremeschajew im Werejaschen Kreise des Gouvernements Moskau, Namens Ignaiji Pawlow, und Karp Timosejew, aus dem Dorfe Timochin im Juchnowschen Kreise, aufs Feld hinaus gegangen. Diese kehrten nach einiger Zeit wieder zurück und zeigten an, daß Nachmittags bei dunkelm Wetter, während sie auf dem Felde gewesen, ein entsetzlicher Donner entstanden sey, und sie in demselben Augenblicke, vierzig Schritte vor sich, einen schwarzen Stein von beträchtlicher Größe auf die Erde hätten fallen sehen. Betäubt

waren sie stehen geblieben; nachdem sie aber wieder zu sich selbst gekommen, waren sie an den Ort gegangen, wo der Stein herunter gefallen, den sie aber nicht sehen konnten, weil er tief in die Erde gesunken und mit Schnee bedeckt war.“

„Auf diese Anzeige begab sich der Sotskoi, (Bauern-Aelteste,) des Dorfes Timochin mit einer gewissen Anzahl der dortigen Einwohner nach diesem von den Bauern bezeichneten Orte, und sie gruben dort wirklich einen Stein heraus, der anderthalb Arschin tief in die Erde eingedrungen und mit Schnee bedeckt war.“

„Beim Ausgraben fand man den Stein etwas länglich, viereckig, von Gulseisen-ähnlicher schwarzen Farbe, als wie verbrannt, auf allen Seiten sehr glatt und von der einen Seite einem Sarge ähnlich. Man sah auf demselben auf den platten Seiten sehr feine, Eisendraht-ähnliche Streifen; inwendig war er, da man ihn zer- schlug, von aschgrauer Farbe, und an Gewicht 4 Pud schwer.“

„Bei der Untersuchung im Gymnasio zu Smolensk ist von dem Doctor der Philosophie Jelochemskji die Bemerkung gemacht, daß dieser Stein zu den Eisenerzen gehört, ein grauer eisenartiger Stein ist, einen dumpfen Klang und Eisenadern hat, und mit einer Lage von glattem Sumpf-Eisenerz bedeckt ist, der einen hellen Strich macht; der Bruch hat ein mattes glänzendes Ansehen, ist beinahe erdfarbig und die zerbröckelten Stückchen sind sich nicht gleich; er läßt sich leicht zerreiben und färbt die Finger; die Theile desselben, aus denen er zusammen gesetzt ist, enthalten viel Kalk, und mit Säure brauset er auf.“

Die Akademie der Wissenschaften wird nicht unterlassen, obigen Meteorstein mit aller der Aufmerksamkeit, die dieser wichtige Gegenstand verdient, zu untersuchen,

XI.

A N Z E I G E,

diese Annalen der Physik betreffend.

Der Herausgeber glaubt keiner Entschuldigung zu bedürfen, wenn er durch diese Zeilen, in den Annalen selbst, die Physiker, welche ihm ihre Arbeiten zur Bekanntmachung anvertraut haben, wegen einigen Verzugs in dieser Bekanntmachung und in der Correspondenz, um Nachsicht bittet. Die langen Ferien, in die er als akademischer Docent versetzt worden ist, haben ihm Gelegenheit gegeben, einige Gebirge des nördlichen Deutschlands zu bereisen, und in der unterrichtenden Gesellschaft, in der er dort sich zu befinden das Glück gehabt hat, verweilte er länger, als es die anfängliche Absicht war. Während dieser Zeit ruhte die Redaction der Annalen, die er fortdauernd allein zu besorgen wünschte.

Wie auch immer das Verhängniß, welches über Halle schwebt, sich entwickeln mag, auf die Fortdauer der Annalen der Physik soll dieses keinen Einfluß haben, voraus gesetzt, daß die Völker, deren Muttersprache die deutsche ist, nicht aufhören, für Wissenschaft Sinn und Interesse zu behalten. Der Herausgeber hält es für nöthig, dieses hier bestimmt zu erklären, da manche Anfrage Besorgniß darüber äußert; und erfordert alle Freunde der Physik in Deutschland auf, ihn bei dieser wissenschaftlichen Zeitschrift durch ihre Theilnahme, und durch Verbreitung derselben, nach wie vor zu unterstützen. An seiner Hingebung und an seinem Eifer soll es nie fehlen, welches auch die Lage sey, in die er versetzt wird.

Im September 1807.

Gilbert.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, SIEBENTES STÜCK.

I.

PHYSIKALISCHE BETRACHTUNGEN

über

*die Kunst des Rasirens und über die
Rasirmesser,*

von

WILL. NICHOLSON. *)

Mit einigen Zusätzen.

Eigenfinn der Mode, oder Liebe zur möglichsten Reinlichkeit haben fast alle europäische Nationen ihrer Bärte beraubt. Seitdem ist eine bequeme Methode, von dem Barte sich zu befreien, ein wahres Bedürfnis; selbst häufig ein Gegenstand des Gesprächs. **) Ich glaube daher durch folgende Bemerkungen manchen zu verpflichten.

*) Aus dessen *Journ. of natur. phil.*, Vol. 1, p. 47. G.

**) Das heisst, in England, wo sich fast jedermann selbst rasirt. Gilb.

Die Verfertigung eines guten *Rasirmessers* hängt von so manchen Umständen und Bedingungen ab, vom Material, vom Schmieden, von der Härtung, vom Anlassen, daß selbst der geschickteste Künstler nur durch den Gebrauch die vollkommensten Messer auszufinden weiß. Mir ist kein Mittel bekannt, wie sich aus einer Menge von Messern ein gutes ausfinden läßt. Das einzige, was ich sagen kann, ist, daß ein schlechtes Rasirmesser nicht leicht eine feine Schneide erhält, und daher würde ich ein solches wählen, welches die beste Schneide hat und vom Wetzstein wenig angegriffen wird. Es muß, wenn man längs der Schneide hinsieht, wenige oder keine flachen Stellen haben, die der Wetzstein nicht getroffen hat, und muß, wenn man es gegen den Grat streicht, scharf und sanft seyn. Die gewöhnliche Art, das Messer gegen die Haut zu versuchen, um zu sehen, ob es eine feine Schneide hat, ist lange keine so feine Probe, als wenn man die Schneide des Rasirmessers leicht auf die dicke Haut in der Hand aufsetzt, so daß sie etwa 2 Zoll lang dieselbe berührt, und es dann etwa $\frac{1}{4}$ Zoll fortführt, ohne zu schneiden. Auf diese Art lassen sich die Irregularitäten der Schneide, selbst an den feinsten chirurgischen Werkzeugen, auf das bestimmteste fühlen.

Hat man ein gutes Messer, so muß man es in Stand zu halten wissen. Die Schärfe der Schneide geht beim Gebrauche bald verloren, und kann nur durch Streichen, Wetzen oder Schleifen wiedergegeben werden. Gewöhnlich geschieht es mit dem

Streichriemen, der keine besondere Unterweisung nöthig macht. Nur muß man nie ein Messer eher schärfen, als wenn es stumpf ist, und mit dem Streichen sogleich aufhören, wenn der gehörige Effekt hervor gebracht ist; alles weitere ist schädlich. Das Streichen auf dem Riemen giebt eine sanfte Schneide, welche aber wegen der Elasticität des Riemens etwas rund wird, und an der äußersten Schärfe keinen sehr spitzen Winkel hat. Ein Rasirmesser, dessen Schneide schon zu rund ist, um durch den Riemen wieder scharf zu werden, muß auf den *Wetzstein* kommen. Wir können den Wetzstein ansehen, als sey er eine Masse feinen innig verbundenen Sandes, dessen Theile wie die Zähne der Feile oder Raspel gegen das darauf zu bringende Werkzeug wirken. Die Seiten werden geschrammt und die Schneide wird zu einer unregelmäßigen Säge, deren Zähne um so viel feiner ausfallen, je kleiner die Sandtheilchen sind, und je geringer der Druck beim Reiben ist. Man findet, daß der Wetzstein sanfter und feiner wirkt, wenn man ihn mit Oehl bestrichen hat, bevor man ihn weglegt; dies kömmt wahrscheinlich daher, daß das Oehl mit der Zeit sich verdickt und die Theile des Sandes, welche einreißen, überklebt. Beim Wetzen eines Rasirmessers ist vornehmlich folgendes zu beobachten.

1. Man führe das Messer, mit der Schneide voran, längs des Steines leicht hin, und eben so wieder her, streiche aber ja nicht bei einerlei Lage des Messers rück- und vorwärts, es sey denn, daß

man ein beträchtliches Stück fortwetzen wollte, welches indess selten der Fall seyn wird, ausser wenn die Schneide eine Scharte oder einen andern Fehler bekommen hat. 2. Nach jedem zweiten oder folgenden Strich muß man die Schneide auf der Hand versuchen, und so bald sie ganz gleichmäfsig rauh ist, aufhören. Ist der Wetzstein gut, und war der Druck nur leicht, so ist dann die Schneide sehr fein, obschon im Ganzen nicht so sanft, als sie ein guter Streichriemen macht, weshalb sie dann noch 3. mit einem oder zwei Strichen auf dem Riemen zu vollenden ist. — Im Falle ein längeres Wetzen nöthig ist, so bekömmt die Schneide das, was man einen Grat nennt, nämlich einen sehr dünnen Saum von Stahl, der an ihr hängt. Bräche dieser während des Wetzens auf dem Wetzsteine ab, so würde die Schneide, indem man sie über ihn wegführt, Scharten bekommen; er muß daher durch einen besondern Strich fortgeschafft werden, indem man das Messer in einer Stellung, die der senkrechten näher als der horizontalen kömmt, erst mit der einen und dann mit der andern Seite über den Stein wegzieht. Hierdurch wird der Grat fortgenommen und eine vollkommne, aber nicht sehr spitzwinklige Schneide hervor gebracht, welche durch zwei oder mehrere leichte Striche von der vorhin gedachten Art erst wieder in Ordnung gebracht werden muß; wobei man nicht zu viel thue. Verlangt man eine starke Schneide, so führe man das Messer nicht, wie bei dem bisher beschriebenen Verfahren, flach auflie-

gend über den Wetzstein, sondern erhebe den Rücken um nicht ganz die halbe Breite der Klinge über den Wetzstein.

Unser Rasirmesser sey nun im Stande. "Ehe wir indess zum Rasiren selbst uns wenden", hier noch eine Bemerkung. Man findet, daß das Messer beim Rasiren besser schneidet, wenn man es zuvor in *heißes Wasser* taucht. Ob ich gleich das Factum zugestehe, so bin ich doch mit keiner der dafür gegebenen Erklärungen zufrieden. Man hat gesagt, die Wärme dehne die feinen Kerben in der Schneide aus und öffne andere; aber diese Ausdehnung kann kaum in Betrachtung kommen, wenn man bedenkt, daß selbst kochendes Wasser den Stahl höchstens um ein Zehntausendtel ausdehnt. Andere meinen, da die Wärme Horn, Haare und dergleichen Dinge erweiche, so möge wohl die warme Schneide leichter durch Haare hindurch gehen, als eine kalte; allein wie geringe ist diese Wärme und wie momentan die Einwirkung des Messers auf das Haar! Zudem sagt man, und ich glaube mit Recht, die Wirkung bleibe, auch wenn man das Rasirmesser vor dem Gebrauche erkalten läßt. Vielleicht befreit daher das warme Wasser bloß die Schneide vom anklebenden Fette, und befördert dadurch das Fortgleiten des Werkzeuges über die Enden der durchschnittenen Haare.

Wie die *Seife* beim Rasiren anzuwenden sey, darüber sind die Meinungen sehr verschieden. Einige

gebrauchen sie kalt und dick und tragen sie mit einer Bürste oder einem Pinsel auf; andere nehmen sie heifs; und noch andere gebrauchen heifsen Schaum oder Seifenwasser, welche sie recht einreiben, bis das Alkali die Haut erweicht und besser zur Annahme des Wassers geschickt gemacht hat, als sie es in ihrem gewöhnlichen Zustande ist. Sir John Char-
din behauptet, dafs die grofse Vorzüglichkeit der persischen Barbierer auf diesem Kunstgriff beruhe; allein ich kann auf der andern Seite das Beispiel der Chinesen anführen, welche mit grofser Geschicklichkeit rasiren, und eine Seifenbüchse und kaltes Wasser gebrauchen. Ob die Wirkung der Seife darauf beruht, dafs sie durch eine anfangende Verbindung des Alkali mit dem Haare, die Oberfläche der Haare erweicht, oder ob sie die Haut schlüpfrig macht, und dadurch bewirkt, dafs man sich weniger schneide: — das sind Fragen, die nur aus Versuchen beantwortet werden können, und von solchen Versuchen ist mir weiter nichts bekannt, als dafs eine Auflösung von blofsem Alkali minder wirksam ist als Seife; eben so blosses Oehl oder Fett. Daher glaube ich, dafs die Seife auf eine doppelte Art wirkt: erstens wird durch das Alkali derselben die Materie der Ausdünstung aufgelöst und fortgenommen; zweitens macht ihr Oehl die Haut schlüpfrig. Durch Wärme werden diese Wirkungen vielleicht etwas befördert, und das Haar in einer höhern Temperatur etwas erweicht; doch scheint der Unterschied nicht sehr bedeutend zu seyn.

Beim *Rasiren* legen einige das Messer flach auf das Gesicht, andere erheben es unter einem beträchtlichen Winkel, und auf beide Arten läßt sich der Prozeß geschickt ausführen. Ein sehr übles Verfahren ist es dagegen, das Messer gegen die Haut zu drücken; bei einem falschen Zuge wird dieses gewiß nicht ungestraft bleiben. Ungeschickte *Rasirer* werden die Haut weniger verletzen, wenn sie das Messer flach auflegen; doch wird das Haar am kürzesten abgeschoren werden, wenn man dem Messer gegen die Haut dieselbe Neigung als gegen den Stein giebt. Nach allem diesem scheint es mir nur eine einzige unnachlässliche Bedingung beim *Rasiren* zu geben, daß nämlich das Messer in gutem Stande sey; die übrigen Umstände lassen mannigfaltige Abänderungen zu, ausgenommen das mechanische Verfahren. Die größte Kunst beim *Rasiren* besteht in einem schiefen Zuge, das heißt, darin, das Messer so zu führen, daß die Linie der Bewegung des Messers gegen die Schneide selbst sehr stark geneigt sey, und nicht mit ihr einen rechten Winkel mache, wie es gewöhnlich geschieht. Dann wirkt das Instrument als eine Säge, und mit viel größerm Nachdruck, als wenn man es wie einen bloßen Stiel gebraucht; es schneidet auf diese Art so gut, daß es viel Uebung und Vorsicht erfordert, ehe man diese Art zu *rasiren* mit völliger Sicherheit annehmen kann; dann geht aber auch das *Rasiren* desto leichter und schneller.

Einige Zusätze zum Vorigen, aus Briefen an Nicholsson.

Den 26sten Jan. 1802. *)

— — Was die Auswahl des Rasirmessers betrifft, so sehe ich noch darauf, ob auch die Schneide sich nicht abstumpft oder umlegt, wenn sie zwei oder drei Mal über ein Stück Horn oder den Nagel des Daumens gezogen wird.

Beim *Streichen* auf dem Riemen muß man noch darauf sehen, die letzten Striche ganz auf die Art zu thun, wie man das Messer beim Rasiren führen will; das ist, wenn man gewohnt ist, die ziehenden Striche von hinten nach der Spitze zu machen, so muß man auch von unten nach oben streichen, und so umgekehrt. Diese Bemerkung gilt von allen feinen Schneiden, besonders bei chirurgischen Instrumenten. Für einen steifen Bart muß man eine rundere Schneide auf einem schlappen Riemen bilden; eine schärfere, länger dauernde Schneide giebt ein straffer Riemen, der auf einem unelastischen Körper befestigt ist.

Der *Seifenschaum* scheint außer der von Ihnen angegebenen Wirkung noch die zu haben, dem Barte eine grössere Steifigkeit zu geben. Er vereinigt gewisser Massen eine große Anzahl Haare, und bewirkt dadurch, daß sie dem Messer einen gleichmäßigen Widerstand entgegen setzen, indem er ihre Elasticität vermindert und ihnen etwas von ihrer

*) *Das.*, p. 210.

natürlichen Glätte benimmt. Beim Rasiren ohne Seife wird der Bart gewöhnlich unregelmäßig abgeschnitten, besonders wenn die Schneide nicht vorzüglich scharf ist, wie sich das an einem Bündel lose gebundener Borsten, oder beim Beschneiden eines Buchs Papier, welches in keiner Presse ist, wahrnehmen läßt. Hat der Seifenschaum nur die gehörige Steifigkeit, so ist es gleichgültig, ob er kalt oder warm gebraucht wird, denn ich glaube, daß das Alkali sehr schnell auf die polirte Oberfläche der Haare wirkt.

Die Form des Rasirmessers ist von einigem Einflusse. Junge Rasirer, die noch nicht den gehörigen gleichen Zug haben, sollten sich säbelartige Messer aussuchen. Auch sollte die Spitze der Messer immer in ein Zirkelsegment gerundet seyn, weil es sonst unbequem ist, einen Zug an der Spitze nach hinten zu machen, welches oft nöthig wird, wenn man nicht eben so gut links als rechts ist.

Ein anderer Correspondent, fügt Nicholson hinzu, hat mir etwas mitgetheilt, woraus sich die *Wirkung der Wärme auf schneidende Werkzeuge* sehr gut zu erklären scheint. Er bemerkt, daß in den kalten Klimaten von Nordamerika eine Axt beim Hiebe nicht selten wie Glas zerpringt, und daß auch unfre Schmiede es sehr wohl wissen, daß Stahl, Eisen und andere Metalle, wenn ihre Temperatur auch nur sehr wenig erhöht wird, bedeutend an Tenacität zunehmen. Sie benutzen diesen

Umstand, wenn sie ein Werkzeug oder Geräth durch kaltes Hämmern zurichten oder verändern wollen, und wärmen es zuvor, damit es nicht breche. Wahrscheinlich, meint mein Correspondent, finde etwas ähnliches bei der feinen Schneide eines Rasirmessers Statt; kalt gestrichen oder gebraucht erhält sie leicht Splitter und Risse, und daraus erklärt er es sich, wie sie weit besser wirke und brauchbarer sey, wenn man ihr zuvor durch eine Wärme mehr Tenacität gegeben hat.

Dublin den 9ten Jul. 1806. *)

Ich überschiere Ihnen hier ein Paar Bemerkungen als Zusatz zu den interessanten Notizen, welche Sie in Ihrem Journale über die Rasirmesser und die Art sie zu gebrauchen, gegeben haben.

Ich habe gefunden, daß es besser ist, den Seifenschaum etwas dicker zu machen als man pflegt, oder ihn nach dem Einseifen der Haut einige Sekunden lang halb trocknen zu lassen, und in beiden Fällen ihn mit der Hand oder einem etwas steifen Pinsel, zwischen die Wurzeln der Haare gut einzureiben. Dies giebt den Haaren einen mäßigen und angemessenen Widerstand gegen die Klinge. Das Messer vor dem Rasiren zu streichen, ist verwerflich; lange und wiederholte Erfahrung hat mich belehrt, daß es am zweckmäßigsten ist, es gleich nach dem Rasiren auf dem Riemen zu streichen und es in die-

*) *Daf.*, Vol. 14, p. 345.

tem Zustande wegzulegen. Man braucht es dann nur ein wenig an der flachen Hand zu streichen und ein Mahl in warmes Wasser zu tauchen, so ist es fertig für den Gebrauch. Dieses erkläre ich mir daraus, das ein bischen Oehl oder Fett von dem Streichriemen das Messer überzieht, welches darüber hingezogen worden, und die Politur desselben erhält, die sonst durch den Rost verloren gehen würde. Das Streichen an der Hand benimmt der Schärfe diesen Oehlüberzug, auch den Grat, den es so leicht beim Wetzen annimmt, und setzt es in den Stand, vom warmen Wasser etwas Wärme und eine Art von Temperirung anzunehmen.

Vor ziemlicher Zeit wurde hier ein Pulver für Rasirmesser unter dem Namen: *ägyptisches Rasirmesserpulver*, ausboten. Es wird jetzt nicht öffentlich verkauft; da ich aber damahls mich damit versehen hatte, so kann ich davon aus Erfahrung sprechen. Zuerst gebrauchte ich es, wie vorgeschrieben war, in trockenem Zustande auf dem Streichriemen; dann aber habe ich es lange Zeit mit ein wenig Oehl vermischt, gebraucht. So war es die beste Composition, um den Rasirmessern eine feine Schneide zu geben, die ich je versucht habe. Denn über drei Jahre lang bin ich des Wetzsteins nicht Ein Mahl benöthigt gewesen; nie hatte das Rasirmesser einen Grat, und ich finde wenige Striche über den Riemen nach dem Rasiren völlig zureichend, mein Messer, (nie bedarf ich eines zweiten,) in gutem Stande zu erhalten.

Mancher mag dieses für Kleinigkeiten halten. Doch ist es vielleicht nicht ohne Werth für jemand, der, wie der Schreiber dieses, einen steifen Bart und schlechte Messer hat; sehr verdrießliche Zugaben des Alters.

Noch einige Bemerkungen über Rasirmesser und andere schneidende Werkzeuge aus Stahl,

VON

N I C H O L S O N. *)

In einem Briefe, geschrieben Edinburg den 10ten Mai 1806, erging an Herrn Nicholson unter andern folgende Anfrage:

„Da ich oft bemerkt habe, daß ein Rasirmesser, welches durch den Gebrauch seine Schneide verloren hat, wenn es eine Zeit lang ungenutzt liegt, sie durchs Abziehen wieder erhält, so pflege ich jetzt meine Rasirmesser, wenn sie stumpf werden, eine kurze Zeit lang wegzulegen, um ihr Vermögen, zu schneiden, zu erhöhen. Einige geschickte Friseurs, die viel zu barbiren haben, versicherten mich, als ich sie darum befrag, sie hätten dasselbe bemerkt; und als ich vor einigen Tagen einem Künstler in dieser Stadt, der chirurgische Instrumente macht, die Frage vorlegte, ob er mir nicht einen Grund dafür angeben könne, erhielt

*) *Das.*, Vol. 14, p. 89 f.

ich zur Antwort: dieselbe Frage habe ihm der verstorbene Dr. Black mehr als Ein Mal vorgelegt, er sey indess außer Stande, etwas Genügendes darüber zu sagen. Sollte dies aus irgend einer chemischen Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf das Metall der feinen Schneide erklärbar seyn, wodurch es vielleicht so verändert wird, daß der Streichriemen mehr Wirksamkeit darauf äußern kann?“

Hierauf erwiedert Hr. Nicholson folgendes:

Daß Rasirmesser und andere sehr feinschneidige Stahlinstrumente, wenn sie stumpf geworden sind, einen gewissen Grad von Schärfe durch bloßes Liegen wieder erhalten, ist, wie ich glaube, häufig bemerkt worden. Die Thatfache kann daher schwerlich als zweifelhaft angesehen werden. Daß es indess nöthig ist, das Instrument abzuziehen, um seine Schärfe wieder hervor zu bringen, ist, so viel ich weiß, noch nicht bemerkt worden.

Mein vormahliges Nachdenken über diesen Gegenstand hat mich darauf geführt, die Wirkung einer durch die besondere Natur des Stahls modificirten Oxydirung zuzuschreiben. Aus meinen Bemerkungen und Versuchen über eine Damascenerklinge, (*Ann.*, XVII, 464, Anm.) wird man sich erinnern, daß die wellenförmige fibröse Textur der Oberfläche, oder das so genannte Wasser dieser Klingen, durch Einwirkung einer Säure hervor gebracht wird, und darauf beruht, daß das Ganze eine Mengung von Eisen und Stahl ist. Dasselbe ist, wie ich dort vermuthet habe, die Ursache der rauhen scharfen

Schneide und der großen Tenacität, welche diese Klingen so gefucht machen. Auch habe ich dort angegeben, wie ich mittelst verdünnter Salpetersäure die Textur des Stahls zu untersuchen pflege; die ihm beigemengten Adern von bloßem Eisen färben sich dabei leichter als der Stahl, welcher Reissblei oder Kohle zurück läßt. Bei jetziger Gelegenheit muß ich hinzu fügen, daß ich nie ein Stück Stahl, selbst den feinsten gegossenen nicht ausgenommen, gefunden habe, dem nicht eine beträchtliche Menge Eisen, das mehr oder minder dem Stahl sich nähert, beigemengt gewesen wäre.

Diese Thatfachen scheinen mir auf die Erklärung der vorgelegten Frage zu führen. Ich möchte annehmen, daß dieselbe Irregularität, welche die Säure uns im Stahle offenbart, auch in den sehr kleinen vielleicht unsichtbaren Theilen herrscht, aus welchen der Stahl besteht, oder daß aller Stahl in Hinsicht dieser Theilchen die Eigenschaft des Damascener Stahls hat. Wenn das Rasirmesser durch Schleifen, Wetzen und Abziehen eine feine Schneide erhalten hat, so ist es durch die Substanzen, an welchen es dabei gerieben worden, in eine Säge mit höchst feinen Zähnen verwandelt worden. Beim Gebrauche gegen weiche Substanzen reiben sich die Zähnchen ab, und die Schneide ist nun, obschon noch sehr dünn, doch weit weniger eingekerbt als zuvor; das Rasirmesser kratzt dann (*is then dull*) und muß gewetzt oder abgezogen werden.

Läßt man es, statt dieses zu thun, lange Zeit über an der Luft liegen, so wird es oxydirt und ganz rostig. Bevor das der Fall ist, geschieht ganz unstreitig diese Wirkung auf eine nicht sichtbare Art an dem dünneſten Theile der Schneide; das heißt, ſie wird durch die vereinte Wirkung des Waſſers, der Kohlenſäure und des Sauerſtoffs der Luft angeſſen. Nun aber haben meine Verſuche mit der Damascener Klinge gezeigt, daß das Eiſen eher angeſſen wird als der Stahl. In einer Klinge von ſehr feiner Damascener Art werden daher die Eiſentheilchen oxydirt, die Stahltheilchen dagegen faſt unverändert zurück geſaſſen werden; die Schneide wird ſo von ſelbſt aufs neue gezähnt, und daher wird das Raſirmefſer wieder ſchärfer als es war.

Das Abziehen dient, die Schneide feiner zu machen, als ſie vom Wetzſteine kömmt. Nehmen wir daher an, daß die Oxydirung oder Corroſion durch die Luft eine etwas grobe Schneide hervor bringt, (wie dies der Fall ſeyn muß, wenn das Meſſer zu ſtumpf geworden war, als daß bloßes Streichen auf dem Riemen ausreicht, es wieder ſcharf zu machen,) ſo wirkt das Abziehen nach dem Liegen auf dieſelbe Art. Oder vielleicht dient es auch nur, um das Oxyd fortzunehmen, womit die auf chemiſche Art gebildeten Kerben verſtopft ſind.

II.

ERKLÄRUNG

der magnetischen Erscheinungen am
Harzer Granite,

vom

Dr. JOH. LUDEWIG JORDAN
in Clausthal.

Μηδενὸς ὀλιγωρεῖτε, μηδὲ καταφρονεῖτε.

Meine Erklärung der magnetischen Erscheinungen am Harzer Granite ist nur einem kleinen Publicum durch das *Hannöverische Magazin* *) zur Kunde gekommen. Ich theile sie Ihnen hier nochmahls mit, und füge, wie Sie es wünschen, die von Hrn. Hausmann, jetzt Kammersekretär in Braunschweig, dagegen versuchte Erklärung dieser Erscheinungen, **) bei. Ohne Ihren Wunsch würde ich schwerlich diese Materie ferner öffentlich behandelt haben. Es wird mir übrigens angenehm seyn, wenn mehrere gute Naturforscher meinen Bemerkungen einige Aufmerksamkeit schenken wollen.

Er-

*) Jahrgang 1802, S. 921.

J.

**) v. Crell's *chemische Annalen*, 1803, II, S. 207.

J.

Erscheinungen der Natur bleiben nur so lange wunderbar, bis wir die Ursachen einsehen, durch welche sie bewirkt werden. Nur bis dahin ist es uns erlaubt Hypothesen anzunehmen, und uns von diesen gängeln zu lassen; aber so bald wir einen sichern Anhaltungspunkt haben, wodurch wir die natürlichen Dinge erklären können, sind wir reif genug, die lästigen Gängelbänder von uns zu legen.

So glaube ich den Grund des Magnetismus verschiedener harzer Granite richtig ausgefunden zu haben, und ich glaube, man hat hiernach nicht mehr nöthig, zu Werner's Luotelectricität, oder zu den Eisenmassen, welche Schröder im Innern der beiden *Schnuracher* vermuthete, seine Zuflucht zu nehmen, um die magnetischen Erscheinungen dieser Granite zu erklären. Eisen, oder vielmehr dessen Oxydulat, womit sich die magnetische Materie vereinigt hat, ist ganz allein die Ursache der magnetischen Erscheinungen dieser Granite. Es ist der *gemeine magnetische Eisenstein*, der sich so häufig durch die Natur verbreitet findet, mit welchem mehrere harzer Granite gemengt sind. Vorzüglich aber trifft man denjenigen gemeinen magnetischen Eisenstein darin an, welchen mehrere alte Mineralogen *attractorischen* genannt haben. Von diesem brauche ich wohl kaum in Erinnerung zu bringen, daß er immer mehrere deutliche Pole bemerken läßt, welche man bei dem so genannten *retractorischen* nicht wahrnimmt. Wo allein die

der *retractorische* Eisenstein im Granite anzutreffen ist, indess der *attractorische* ganz fehlt, da wird zwar der Magnet angezogen, aber die polarischen Erscheinungen äussern sich dafelbst niemahls.

Der so genannte magnetische Granit des Harzes gehört zu demjenigen, welchen ich *jüngern Granite*, oder Granit der zweiten Bildung genannt habe. *) Er ist aus Quarz, röthlich-weißem *Feldspathe*, und sehr wenigem *Glimmer* **) zusammen gesetzt, und durch *schwarzen Schörl*, so wie hier und da in beträchtlicher Menge durch den bezeichneten *gemeinen magnetischen Eisenstein*, übermengt. ***) Er ist von kleinem Korne. Der bezeichnete Eisenstein liegt *klein* und *fein* darin eingesprengt; selten wird er schon *derb*, von der Grösse einer Erbse angetroffen. Es läst sich daher auch schon bei sorgfältiger Betrachtung eines Stücks dieses Granits voraus sagen, welche Stellen desselben auf den Ma-

*) *Meine min. und chem. Beobachtungen und Erfahrungen*, Göttingen 1800, S. 177 bis 250. J.

**) Wo der gemeine magnetische Eisenstein in diesem Granite in einiger Menge eingemengt zu seyn pflegt, fehlt oft der Glimmer auf beträchtliche Strecken ganz. J.

***) Nachmahls habe ich auch noch in diesem Granite an einzelnen Punkten *Almandin*, und ein Fossil eingesprengt gefunden, welches mit dem *Arendalith* große Aehnlichkeit zu haben schien, sich aber wegen seiner Kleinheit nicht vollkommen bestimmen liess. J.

gnet am stärksten wirken werden; Stellen, denen kein gemeiner magnetischer Eisenstein beigemengt ist, wirken auf die Magnetnadel keinesweges, wie ich durch viele Versuche belehrt worden bin. Der Magneteisenstein läßt sich auch aus dem zerkleinerten Granite durch den Magnet heraus ziehen, und wenn auf diese Art alle Theile Eisenstein abgesondert worden, ist die Wirkung des zurück gelassenen Granitpulvers auf den Magnet Null, wenn sie auch vorher noch so lebhaft gewesen wäre.

Es ist dieser mit dem gemeinen magnetischen Eisensteine übermengte jüngere Granit fast rund um den hohen Brocken niedergelegt, und eben desswegen im Harze eine ganz gemeine Erscheinung. *) Er verstatet sogar hier und da keine ganz unbedeutende Baue auf Eisenstein in Gängen.

Es ist mir gelungen, Granitstücke, welche keinen gemeinen magnetischen Eisenstein beigemengt

*) Das Vorkommen des erbsengroßen derben und eingesprengten gemeinen *magnetischen Eisensteins* im harzer Granite, verhält sich, wie mir jetzt bekannt ist, gerade wie der eingesprengte und derbe Zinnstein im cornwaller Granite. Nämlich er ist ohne besondere Absonderungen, im Gesteine hier und da, und zwar bald in größerer, bald in geringerer Menge in den Schichten des Granits, doch nicht in allen, und auch nicht in jeder gleich häufig, mit denselben gleichzeitig abgesetzt, vertheilt, ohne die Natur des Gesteins nach seinen sonstigen Verhältnissen im geringsten zu verän-

enthielten, deren Feldspath aber durch Eisenoxyd eine starke Färbung erlitten hatte, durch folgende Behandlung dem Magnete folgsam zu machen.

Hatten die Granitstücke durch die Verwitterung bereits stark gelitten; so dafs sie sich zwischen den Fingern zerbröckeln liefsen, so nahm ich davon zollgrofse Stücke; den frischen Granit aber zerfchlug ich, durch Granitstücke derselben Art, in erbsen- und hagelkörner-grofse Theile. Diese Theile packte ich in feines Kohlenpulver in kleinen Tiegeln ein, welche ich mit Kohlenpulver, das mit arabischem Schleime angemengt war, beschlagen hatte, verklebte hierauf die Tiegel, und stellte sie unter die Muffel eines Probiroßens, welche auf dem Boden mit zerstoßsenem strahligen Graubraunstein bedeckt war. Ich richtete darauf das Mundloch der Muffel dicht mit Kohlen zu, und gab ein Paar Stunden hindurch das stärkste Feuer. Als die Tiegel aus dem Feuer genommen waren, fand sich

der oder zu hören. Er zieht sich nicht selten mit den Schichten des Granites in sehr beträchtlichen Strecken mit fort, und verliert sich aus denselben wieder, ohne dafs man andere Veränderungen im Granite bemerkt. Häufig, wenigstens am Tage, sind diese Granitschichten auch noch durch vertikale Trennungen durchsetzt; es zeigen sich die Schichten desselben daher oft grofstafelartig, säulig, rhombisch u. s. w. zerschnitten. Ich kenne für diese eigene metallische Lagerstätte keine Benennung. J.

nach dem Erkalten derselben, daß mehrere der gebrannten Granitstücke den Magnet reizten, und daß einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich diese gebrannten Granitstücke feinpulvere, so läßt sich das zum Theil entoxydirte Eisenoxyd des Feldspathes daraus abscheiden, indem es sich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch schneller und zum Theil vollkommener kann dieser Entoxydationsprozeß des Eisenoxydes im Granite, vor dem Gebläse geschehen. Der rothe Feldspath verändert bei dieser Behandlung seine Farbe in die graue.

Werden auf dieselbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weißem Feldspathe und Quarz, und aus gelblich- und silberweißem Glimmer gemengt sind, zwischen Kohlenpulver behandelt, so erhält man keinesweges dieselben Resultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus also wohl schließen, daß die geringe Eisenoxydspur, welche in den Gemengtheilen dieser Granite noch enthalten seyn kann, bei weitem zu geringe ist, um jene Erscheinungen hervorzubringen.

Der harzer polarische Granit eben so behandelt, verliert seine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läßt sich hieraus schließen, daß durch diese Behandlung der gemeine magnetische Eisenstein desselben dem vollkommenen Eisen noch näher gebracht worden ist, und dabei seinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieses Gra-

nits wird durch die Röftung für sich, im offenen Feuer, gänzlich zerstört, und dessen eingemengter gemeiner magnetischer Eisenstein verliert auch die Eigenschaft, dem Magnete zu folgen, welche er aber bald wieder erhält, wenn im Röstfcherben einige Mahl Fett darüber abgebrannt ist. Salzfäure zieht aus dem gerösteten polarischen Granite eine beträchtliche Menge Eisen aus, die jedoch, wie leicht begreiflich, in keiner gegebenen Menge desselben gleich ist.

Das, was ich bis hierher vorgetragen habe, hat Hrn. Kammersekretär Hausmann zu der Erklärung der magnetischen Erscheinungen an ganzen Granitfelsen nicht genugthuend geschienen; er hat es durch eine andere Erklärung, *) welche aus den Notizen des *neuen bergmännischen Journals* **) erzeugt ist, zu entkräften gesucht. Ich will hier zuerst Herrn Hausmann's Erklärung, so weit sie hierher gehört, wo möglich mit dessen eigenen Worten mittheilen, und sie und ihre Gründe alsdann einer Beleuchtung unterwerfen.

Herr Hausmann meint, mehrere seiner Beobachtungen an den Granitfelsen schienen gegen meine Erklärung zu streiten. Er sagt: „Meinen Beobachtungen zu Folge steht die Polarität ganzer Granitfelsen mit derjenigen, welche sich an einzelnen Granitstücken findet, in keiner Beziehung;“

*) In *Crell's chem. Ann.*, 1803, II, S. 207. J.

**) Jahr 1795, B. I, S. 257, 542 — 563. J.

und dieses habe offenbar in dem Magnet-Eisensteine, der auch von ihm bereits bemerkt worden sey, *) seinen Grund. Die Polarität ganzer Granitfelsen möchte er aber lieber „vielleicht dem mit dem Feldspathe und Glimmer *chemisch* verbundenen Eisen zuschreiben“.

Dieses ist Herrn Hausmann's Erklärung. Es ist wahr, ein abgeschlagenes, mit gemeinem magnetischen Eisenstein gemengtes Granitstück veranlaßt die Erscheinungen weder alle, noch in dem Maasse, wie der ganze Fels selbst; allein nicht gar zu selten zeigte mir doch auch ein abgerissenes Felsstück seine Pole noch auf eine gleiche Art, wie ich sie, als es noch anstehend war, daneben und daran bemerkt hatte. **) Allein ist dasjenige, was Herr

*) Schon vor 11 Jahren haben mehrere meiner Zuhörer diese Substanz im Granite, mit mir an Ort und Stelle beobachtet, und dicke Klumpen davon mit sich genommen. Sie ist darin gar nicht zu verkennen, und schon etwas empirische Oryktognosie reicht hin, sie nicht zu verfehlen. J.

**) Ich erinnere hierbei an eine bekannte Erscheinung. Nämlich: trennt man die beiden magnetischen Pole eines Stabes von einander, so werden die getrennten Hälften desselben zwei Magnete, deren Pole wie vorher liegen. Es scheint, als wenn in den großen Felsmassen, theils durch die Schichtung, theils durch die Risse und Spalten, welche durch die Verwitterung, durch den Druck der Eigenlast der obern Schichten auf die untern, und durch das Gefrieren des in und zwischen die Fel-

Hausmann in Hinsicht der ganzen Granitfelsen, und der davon abgeschlagenen Stücke, erinnert, nicht eben so gut auch bei den *Magneteisenstein-Lagern*, in eben der Masse wahrzunehmen? Auch hier giebt es der natürlichen Magnete mit mehrern Polen, eine beträchtliche Menge: *) sie scheinen dabei aber immer noch aus mehrern mit einander verwachsenen einzelnen zu bestehen. Auch hier verhalten sich nur wenig abgeschlagene Stücke unter einander gleich, und kein Stück pflegt sich überhaupt wie das ganze Lager, wovon es einen Theil ausmachte, darzustellen: aber man bemerkt, daß immer so viele freundschaftliche, als uneinige Pole vorhanden zu seyn scheinen, und man will dabei gefunden haben, daß die Zahl der Nordpole der der Südpole entweder gleich, oder doch nur um einen von ihr unterschieden sey. Sicher möchte hiernach doch wohl niemand, so wie unsre Kenntnisse von diesen Dingen vor der Hand noch stehen, behaupten wollen, die magnetische Materie des Eisensteinlagers, und die des davon getrennten Stückes, ständen deswegen bei beiden Massen in Hinsicht des Stoffes, woran sie gebunden sind, in keiner Beziehung mit einan-

den gedrunghenen Wassers entstanden sind, auch mehrere einzelne Magnete in den Felsen entstanden wären.

J.

*) Bekanntlich erhält man auch, wenn man einen zu langen Stab magnetisirt, daran abwechselnd entgegen gesetzte Pole.

J.

der. Oder mit andern Worten, niemand wird nach solchen Erscheinungen urtheilen, die magnetische Materie sey daher im Lager bei einem Stoffe x befindlich, im abgerissenen Stücke desselben aber, weil es abgerissen sey, mit dem gemeinen magnetischen Eisensteine desselben vereinigt.

Selbst *Magneteisenstein-Halten*, deren polarischen Magneteisenstein der Zufall so verschiedenartig zusammen geführt hat, lassen von dieser Seite merkwürdige Erscheinungen beobachten. Unterhaltende, und zum Theil gleiche Erscheinungen, wie sie der magnetische Granit hervor bringt, kann man sich sogar durch einen felsartig aufgehäuften *Mörtelhaufen* verschaffen, welcher mit polarischem gemeinen magnetischen Eisenstein-Pulver und Eisen-Sand, auf eine ähnliche Art gemengt ist, wie sie in den großen Felsmassen selbst abgesetzt zu seyn pflegen. *)

Die Polarität *ganzer Granitfelsen* dagegen will Herr Hausmann „lieber dem mit dem Feldspathe und Glimmer *chemisch* verbundenen *Eisen* zuschreiben.“ Hierbei darf man zuerst fragen: kann der gemeine polarische Magneteisenstein in den ganzen Felsenmassen in seiner Wirkung auf die Magnetnadel als unwirksam, oder nicht vorhanden, in abgetrennten Granitstücken dagegen

*) Einen solchen attractorischen Felsen im Kleinen, habe ich bei dem Herrn Verf. selbst zu sehen das Vergnügen gehabt.

als wieder wirksam und vorhanden betrachtet werden? Und wie kommt es, daß wir nirgendwo polarischen Granit ohne gemeinen magnetischen Eisenstein finden? Ist doch der *magneteisensteinreine* Granit stark durch Eisenoxyd gefärbt und in beträchtlicher Menge mit Glimmer gemengt, in der Schöpfung so reichlich vorhanden!

Ehe ich indess ferner etwas über diesen Gegenstand bemerke, ist folgendes zu betrachten nöthig, da darauf die Wahrscheinlichkeit der Hausmann'schen Idee beruht: ob nämlich erstens Erden, *chemisch*, mit Metallen, in unserm Falle mit Eisen, mischbar (nicht mengbar) sind? und ob zweitens, in so fern dieses möglich ist, dann wirklich mit dem Feldspathe und Glimmer der harzer polarischen Granite, Eisen gemischt ist? Das erstere ist noch nicht bewiesen, und das andere von Herrn Hausmann nur behauptet, nicht einmahl wahrscheinlich gemacht worden.

Gesetzt aber, alles fände sich wirklich ganz auf die Art bei den polarischen Graniten, wie Herr Hausmann meint, so fragt es sich dessen ungeachtet noch, ob eine solche Mischung polarisch werden kann? Ehe indess die beiden erstern Gegenstände nicht aufgeklärt seyn werden, möchte wohl an den letztern nicht zu denken seyn. Oder hat Herr Hausmann vielleicht nur sagen wollen, daß mit dem Feldspathe und Glimmer gemischte Eisenoxyd sey der Grund der polarischen Erscheinungen des harzer Granits? Dann wäre zu erinnern, daß

sich die magnetische Materie bis jetzt noch nicht mit *Eisenoxyd* hätte verbinden lassen wollen, oder dabei angetroffen worden ist, und dafs man sie noch weniger in Erdgemischen, welche nur durch eine geringe Spur *Eisenoxyd* gefärbt sind, wahrgenommen hat.

Hierzu bemerke ich noch, als reine Beobachtung, über jene Felsen: 1. dafs der Glimmer nur in höchst geringer Menge, in einzelnen Blättchen, in jenen Graniten überhaupt vorhanden ist; 2. dafs er da ganz zu fehlen pflegt, wo der gemeine magnetische Eisenstein in einiger bedeutenden Menge mit eingemengt vorkömmt; und 3. dafs mir, weder der reine Feldspath, noch der Quarz dieses Granites, mehr als eine unbedeutende Spur *Eisenoxyd* mit sich verbunden gezeigt haben. *)

Die eben beleuchteten Behauptungen sucht Herr Hausmann noch durch folgende beigefügte Gründe zu befestigen. Erstens, sagt er: „Schlägt man von denjenigen Stellen eines Granitfelsens, die die stärkste Wirkung auf die Magnethadel äufsern, Stücke ab, so wird man nur selten finden, dafs sie von der Felsenmasse getrennt, noch Polarität zeigen; welches doch immer der Fall seyn müfste,

*) Der Magnet zieht aus dem feinsten reinen Feldspath- und Quarzpulver nicht ein Stäubchen an sich, und verdünnte Schwefelsäure, über das Pulver von diesen Substanzen geschüttet, erzeugt damit kein Wasserstoffgas, und giebt, so wie Königswasser, keine grüne Auflösung.

wenn der eingesprengte Magneteisenstein die Ursache der magnetischen Erscheinungen wäre. Es findet dieses aber nur dann Statt, wenn gerade zufälliger Weise auch an jenen Stellen magnetischer Eisenstein eingesprengt ist.“ Es kann dieses auch nicht anders Statt finden, ist übrigens aber auch dann immer der Fall, wenn der so genannte polarische Granit den *attractorischen* gemeinen magnetischen Eisenstein beigemengt hat; allein fehlt dieser im Gemenge des Gesteins, so können solche abgeschlagene Stücke begreiflich auf die Magnetnadel keine polarische Wirkung äußern. Auch zeigt dieser Granit, selbst *ansteheud*, da, wo der gemeine magnetische Eisenstein auf eine bedeutende Strecke in demselben fehlt, *niemahls* auf die Magnetnadel die geringste Wirkung. Wenn übrigens aber solche Granitpunkte dieser Felsen, die oberflächlich an einer kleinen Stelle keinen gemeinen magnetischen Eisenstein bemerken lassen, aber um sich herum denselben eingemengt haben, dennoch einige magnetische Wirkung auf die Nadel zulassen, so kann man hiervon mit Matthesius *) sagen: „Des Magneten Krafft tauret nit allein im wasser, sondern sein Krafft dringet auch durch ein messig pecken, silbern blech vnd dickes glafs vnd tisch, daher die Künstler werklfch abentherer mit den Magnetenspiegeln zu richten.“

*) Dessen *Sarepta*, Nürnberg. 1571, fol., S. 143, 2te Predigt.

Zweitens sagt Hr. Hausmann: „Die magnetische Atmosphäre der Granitfelsen ist oft schon bis auf 6 und mehrere Fufs von demselben wirksam, da sie bei abgeschlagenen Stücken, in denen magnetischer Eisenstein befindlich ist, nur bis auf einige Zolle ihre Kraft äussert.“ Dieses könnte etwa heissen, viel Kraft thut mehr, als wenig. Und sollten nicht, verhältnissmäfsig, *einige* Zolle Entfernung, bei abgeschlagenen Granitstücken, wirklich mehr, als 6 Fufs, bei einer ungeheuern Felsmasse bedeuten? Was können diese Beobachtungen aber, so wie die nachfolgenden, für die Hausmannische Behauptung, die magnetische Materie sey im polarischen *anstehenden* Granite an das Eisen, welches mit dem Feldspathe und Glimmer gemischt seyn soll, gebunden, beweisen? Sicher nichts.

Drittens erzählt Hr. Hausmann: „Die Nord- und Südpole, deren an einem Felsen oft mehrere zu seyn pflegen, liegen gemeinlich, (d. h., oft,) an den entgegen gesetzten schmalsten Seiten desselben, und zwar bei den meisten an der östlichen Seite die Südpole, und an der westlichen die Nordpole.“ Ferner: „die Polarität an den hervor ragenden Ecken und Kanten der Felsen sey, und zwar gemeinlich, (d. h., nicht zu selten,) an der Spitze derselben am stärksten. Zuweilen zeige sich ihre Wirksamkeit an einer, nach einer bestimmten Richtung fortlaufenden Linie.“ Dieses letzte ist richtig, sobald die Schichten des Granits, mit dem gemeinen magnetischen Eisensteine gemengt, in dieser Lage

liegen. „Gemeiniglich“, heisst es weiter, „ist die Polarität aber an einem Punkte am stärksten, und nimmt nach allen Seiten zu allmählig ab.“ Und endlich, „die südliche Polarität sey *beinahe* immer, (d. h., oft,) schärfer bestimmt, und kräftiger als die nördliche.“ Alles dieses scheint mit der vorhin bezeichneten Ablagerung dieses Granites im Zusammenhange zu stehen.

Endlich meint viertens Herr Hausmann, „die Erfahrung spreche dafür, dass die Stärke der Polarität der Felsen mit der Festigkeit des Gesteins im Verhältnisse stehe, indem sie sich um so wirksamer zeige, je weniger der Granit verwittert sey, und je weniger daher das im Feldspathe und im Glimmer enthaltene Eisen oxydirt ist.“ Diese Erfahrung ist richtig; man hat bereits vor mehrern Jahrhunderten beobachtet, und diese Beobachtung allenthalben wahr gefunden, dass polarisches Eisen, oder polarischer gemeiner magnetischer Eisenstein, ihre Polarität verlieren, sobald sie sich vollkommen oxydirt haben. Indem nun aber die Verwitterung nichts anderes als ein Zersetzungsprozess ist, wobei, in diesem Falle, bei dem Granite der gemeine magnetische Eisenstein zuerst oxydirt werden muss, da er im Gemenge den verwandtesten Theil zum Sauerstoffe ausmachte, von welchem allein nur bewiesen ist, dass er geschickt sey, polarisch zu werden; so folgt geradezu, dass nach dessen vollkommener Oxydierung die magnetische Materie daraus abgeschieden, und dessen fernere Wirkung als Magnet aufgehoben.

werden müsse, womit auch die magnetischen Erscheinungen am Granite untergehen.

Es zeugt also nicht allein diese zuletzt noch aufgestellte Erfahrung gegen Hrn. Hausmann's Idee, sondern auch das bereits Vorgetragene wird schon hinreichend gezeigt haben, wie unhaltbar dessen Erklärung der magnetischen Erscheinungen am harter Granite ist, und es wird daher jetzt um so deutlicher erhellen, daß nichts anderes der Grund der magnetischen Erscheinungen an diesem Granite ist, als der *eingemengte gemeine magnetische Eisenstein*,

III.

Einige nicht allgemein bekannte Eigenschaften des blau angelautenen Stahls,

von

N I C H O L S O N. *)

Wenn man stählerne Springfedern macht, so wird das Metall erst gezogen oder gehämmert, dann in die gehörige Gestalt gebracht, und darauf gehärtet, indem man es bis zum schwachen Rothglühen erhitzt und glühend in Wasser taucht. Dadurch wird es vollkommen spröde, und muß nun wieder angelassen werden, entweder durch Flamme (*by blazing*) oder durch das Blauen (*by blueing*). Das erste Verfahren besteht darin, daß man die Stahlwaaren mit Oehl oder Fett bestreicht, und sie so stark erhitzt, daß dicke Dämpfe aufsteigen und sich entflammen. Ich schätze, daß die Hitze, welche hierbei entsteht, der des kochenden Quecksilbers nahe kömmt, welche man gemeiniglich 600° F. setzt, obschon dieses genauere Untersuchung bedarf. Beim zweiten Verfahren wird die Oberfläche des Stahls glänzend gemacht, und dann die Waare der regulirten Hitze einer Metallplatte, oder einem Kohlenfeuer, oder der Flamme einer Lampe so lange

*) Dessen *Journal*, Vol. 12, p. 63.

lange ausgesetzt, bis die Oberfläche durch Oxydirung eine blaue Farbe angenommen hat.

Die merkwürdige Thatfache, welche ich hier zur Kenntniß der Naturforscher zu bringen habe, ist die Bemerkung, welche Herr Stodart gemacht und mir mitgetheilt hat: daß die Elasticität oder das Federn des Stahls grössten Theils verloren geht, wenn man die Bläue mit Sand und Papier, oder auf eine andere Weise abreibt; und, was noch merkwürdiger ist, daß das bloße Bläuen, ohne vorher gehendes Härten oder eine andere Behandlung, hinreicht, diesem Stahle die verlorne Elasticität wiederzugeben.

Herr Hardy, der als ein verdienstvoller Künstler bekannt ist, hatte mich schon vor einiger Zeit versichert, daß die Sägenmacher ihre Sägeblätter zuerst auf die bekannte Art härten, wodurch sie mehr oder weniger gewunden oder gekrümmt, und spröde werden; daß sie sie darauf durch Flamme anlassen, wobei das Sägeblatt alle Sprödigkeit so verliert, daß man es biegen und ganz eben und glatt hämmern kann, welches ein schwieriger Theil in der Kunst des Sägeschmids ist; und daß man das Blatt dann erst auf einem heißen Eisen bläuet, wodurch es steif und elastisch wird, ohne daß sich das Glatte der Oberfläche verliert. Herr Hardy findet, daß weicher ungehärteter Stahl durch das Bläuen eine größere Elasticität erhält, und daß gehärteter Stahl durch Wärme ausdehnbarer ist, als weicher Stahl.

Gründe oder auch nur Vermuthungen zur Erklärung dieser Thatfachen sind schwer anzugeben,

Sie verdienen es sehr, durch directe Versuche geprüft zu werden, welches ich nächstens zu thun zur Absicht habe.

In Beziehung auf diese Notiz findet sich B. 14, S. 267 desselben Journals, ein Brief aus *Sheffield*, Jun. 18, 1806, von jemand, der an einer Fabrik plattirter Stahlwaaren interessirt ist, und worin der folgende Versuch erzählt wird:

Ich nahm eine 30'' lange, 12'' breite und ungefähr $\frac{1}{2}$ '' dicke Stahlplatte, härtete sie in einer Mischung von Oehl und Talg, und liefs sie alsdann bis zur Federhärte an. Sie war nun so elastisch, dafs sie gut federte. Beim Hämmern, um sie eben zu richten, verlor sie einen Theil ihrer Elasticität; und diese nahm noch mehr ab, als sie auf dieselbe Art wie die Sägeblätter geschliffen wurde; die Platte trat dadurch fast in denselben Zustand zurück, den sie vor dem Härten hatte. Ich erhitzte sie sehr gleichmäfsig, bis sie blau wurde, und nun hatte sie ihre ganze Elasticität wieder erlangt. Nachdem sie glänzend gemacht worden auf einem mit Schmirgel bekleideten Werkzeuge (*glazier*), fand sich die Federkraft verringert, doch um weniger als nach dem Schleifen; dasselbe war der Fall, wenn man sie mit Schmirgel oder mit Sand und Papier rieb, auch wenn man sie polirte. Jedes Mahl erhielt sie aber durchs Bläuen ihre ganze Elasticität wieder; und daher ist dieses stets die letzte Operation bei der Verfertigung elastischer Stahlplatten.

IV.

BESCHREIBUNG UND GEBRAUCH

eines Instruments; womit sich die tägliche Variation und die Declination der Magnetsnadel mit grösser Genauigkeit messen lassen,

von

R. P R O N Y,

Mitglied des National-Instituts. *)

Es sind seit einigen Jahren sehr lehrreiche Untersuchungen über den Magnet bekannt gemacht worden, die wir vorzüglich Herrn Coulomb verdanken. Wir haben von diesem Naturforscher eine Reihe von Abhandlungen in den Schriften der vor- mahligen Akademie der Wissenschaften erhalten, in welchen die experimentale Theorie der Electricität und des Magnetismus auf eine eben so neue als genügende Weise entwickelt wird. Er hat seine Versuche mit Instrumenten von seiner Erfindung angestellt, die weit vorzüglicher als alle sind, deren man sich bis dahin für diese Gegenstände bedient hatte. Unter ihnen befindet sich die *mikroskopische Boussole*, mit der er die tägliche Variation der Magnetsnadel misst, und die zu bekannt ist, als dafs ich sie hier

*) Aus dem *Journal de Physique*, Tom. 1, An 2, (t. 44, Juin 1794,) p. 474 f. d. H.

beschreiben dürfte. *) Sie giebt die täglichen Veränderungen der Abweichung unmittelbar, mit einer bis dahin unerreichten Schärfe. Für die Bestimmung der absoluten Declination ist sie indess nicht so bequem und vielleicht auch nicht so genau, weil sie verlangt, daß man die Nadel wegnehme, und statt ihrer einen Draht oder ein Lineal, die an einem Fernrohre befestigt sind, nehme, und vermittelst ihrer die optische Achse des Fernrohrs in den magnetischen Meridian bringe.

Vor ungefähr einem Jahre hatte ich auf dem Lande einige Einrichtungen gemacht, um verschiedene astronomische Instrumente aufzustellen. Ich hatte die Absicht, vermittelst ihrer die Lage der Mittagslinie auf das genaueste zu bestimmen, und dann eine Reihe von Beobachtungen über die absolute Abweichung der Magnetnadel anzustellen. Es stand mir ein Raum von mehr als 200 Toisen zu Gebot, um eine Mittagslinie mit Fäden einzurichten, und es war meine Absicht, die Beobachtungen mit aller der Genauigkeit anzustellen, welche ein so langer Radius zuließ. Ich ließ zu dem Ende das Instrument verfertigen, dessen Beschreibung ich hier

*) Man findet die Beschreibung in den *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, A. 1785, und in dem Werke, welches Caffini 1789 heraus gegeben hat, worin er seine Beobachtungen mit Coulomb's Instrument erzählt, und zugleich eine Geschichte und die Resultate der Beobachtungen mittheilt, welche im 18ten Jahrhundert angeheilt sind. *Prony.*

mittheilen will. Unvorhergesehene Umstände haben mir nur eine sehr kleine Zahl von Versuchen damit gestattet; sie reichten indess hin, mich zu überzeugen, daß das Instrument dem Zweck entspricht, den ich mir vorgesetzt hatte, und ich glaube etwas nützliches zu thun, wenn ich es den Physikern bekannt mache, in der Hoffnung, daß einige von ihnen Zeit und Gelegenheit haben werden, damit eine vollständige Reihe von Beobachtungen auszuführen.

Fig. 1, Taf. III, zeigt das Profil des Instruments, wie es zur Beobachtung eingerichtet ist. $ABCDEF$ ist das Gehäuse, aus welchem sich eine oder zwei Seitenwände heraus nehmen lassen, um das Instrument hinein zu bringen, GH ist der Magnetstab, der in dem Gehäuse an dem seidenen Faden ST hängt, und an welchem das Fernrohr $LV L'V'$ befestigt ist.

Dieses Fernrohr besteht aus zwei Stücken, der Röhre LV , welche das Ocular, und der Röhre $L'V'$, welche das Objectivglas enthält. Die Figur zeigt deutlich, wie jede dieser beiden Röhren an dem Magnetstabe befestigt ist, vermittlest der Stücke $\chi\lambda$, welche bei χ Ringe für das Fernrohr, und bei λ viereckige Gehäuse für den Magnetstab bilden. Lüftet man die Drukscheiben $\gamma\gamma\gamma\gamma$, so lassen sich die beiden Röhren längs des Magnetstabes verschieben; eine Beweglichkeit, die indess keinen andern Zweck hat, als daß der Stahlstab, wenn man ihn magnetisiren will, sich heraus nehmen lasse, und

dafs das Adjustiren dadurch erleichtert werde. Sind die beiden Röhren des Fernrohrs einmahl an ihrer Stelle, so mufs man die Schrauben γ so festanziehen, dafs während der ganzen Reihe der Beobachtungen der Magnetstab und das Fernrohr eins in Beziehung auf das andere unbeweglich sind.

Beide, der Magnetstab und das Fernrohr, lassen sich mit einander um eine Achse drehen, welche mit der optischen Achse des Fernrohrs parallel ist. Der Mechanismus hierzu ist folgender: Fig. 2 zeigt das Stück SP , von vorne gesehen. Es befinden sich darin drei Kreislöcher $\omega\omega$, QQ , $\omega'\omega'$, und im mittelften eine messingene Hülse gh , welche in eine runde Scheibe eingelöthet ist, die an beiden durch Seiten ringförmige Platten zz in ihrer Lage so erhalten wird, dafs sie sich in dem Loche QQ umdrehen läfst, ohne zu weichen oder zu wanken. Die Oeffnung des Gehäuses ist sehr genau calibrirt, so dafs der Magnetstab sich mit sanfter Reibung darin verschieben läfst, und ohne zu wanken darin erhalten wird. Ist er in diesem Gehäuse in die gehörige Lage gebracht, so läfst er sich vermittelst desselben in dem Loche QQ umdrehen. Zugleich mit dem Magnetstabe drehn sich die beiden an ihm befestigten Röhren des Fernrohrs, und lassen sich vor das eine Loch $\omega\omega$ oder vor das andre $\omega'\omega'$ bringen.

Man wird hieraus abnehmen; *erstens*, warum das Fernrohr aus zwei von einander getrennten Röhren besteht; nämlich, damit die Platte SP kein

Hinderniß beim Umdrehen des Fernrohrs um den Magnetstab werde; *zweitens*, warum in diese Platte die Kreislöcher $\omega\omega$, $\omega'\omega'$ ausgeschliffen sind; nämlich, um oberhalb und unterhalb des Magnetstabes eine freie Durchsicht zu verstatten; wenn gleich die Platte SP oben an dem Faden ST , der das Instrument trägt, und unten an dem hölzernen Stabe ab befestigt ist, von dem ich sogleich reden werde.

Nachdem der bloße Stahlstab magnetisirt worden, schiebt man ihn in die Hülse gh . Hat er in ihr die rechte Lage, so schiebt man die Hüllen λ auf die beiden Arme desselben, und zwar, je nachdem es die Localität mit sich bringt, die mit der Objectivröhre unter dem nördlichen oder unter dem südlichen Pole, welches gleichgültig ist.

Das hölzerne Stäbchen ab , das vermöge der Schraube β unten an der Platte SP befestigt ist, trägt zwei Schwimmer aus Kork, f , f , vermittelt zweier Schrauben, deren Köpfe kleine viereckige Hüllen bilden, welche sich längs des Stäbchens verschieben lassen. Beide Schwimmer sind in das Wasser der darunter stehenden Gefäße K , K eingetaucht. Sie haben einen dreifachen Nutzen: Ein Mahl, die Schwingungen des Magnetstabes, wenn er sich außerhalb des magnetischen Meridians befindet, abzukürzen; *zweitens*, das *Moment* des Widerstandes der Flüssigkeit in Beziehung auf die Achse der Aufhängung nach Willkühr durch Verschiebung der Hüllen zu verändern; und drittens, die Gesichtslinie des Fernrohrs etwas zu erhöhen oder zu erniedrigen, um sie in eine

gegebene Horizontallinie zu bringen. Dieses letztere wird am besten dadurch bewerkstelligt, daß man die Korke weiter auf- oder abschraubt, so daß sie mehr oder weniger in das Wasser eintauchen, wodurch die Höhe des Endes des Fernrohrs, an welchem sie sich befinden, verändert wird. Dasselbe ließe sich zwar auch dadurch erreichen, daß man das Wasser in den Gefäßen *K* vermehrte oder verminderte, oder daß man den Abstand der Hülfen vom Punkte *P* veränderte, oder daß man zu diesem Zwecke ein verschiebbares Gewicht anbrächte; es ist aber vortheilhafter, bloß die Korke zu drehen, da sich dann der Hebelarm des Widerstandes der Flüssigkeit, und die Höhe des Wassers in beiden Gefäßen, als constant betrachten lassen.

Das Gehäuse *ABCDEF* ist mit zwei Fenstern *xy* versehen, welche sich vor den beiden Enden des Fernrohrs befinden, damit man durch das Fernrohr sehen könne, wenn das Ganze aufgestellt ist. Wenigstens eins dieser Fenster, das vor dem Ocular, muß mit einem dünnen und recht durchsichtigen Glase versehen seyn, damit man das Auge daran legen könne, ohne dem Magnetstabe die mindeste Erschütterung zu geben. Fig. 4 ist der Aufriss des Fachs, worin dieses Glas eingesetzt ist.

Ich habe das Instrument in diesem Zustande untersucht. Das Fernrohr behielt mehrentheils seine Lage unverrückt. Nur bei starkem Winde kam die Luft im Gehäuse, und manchemahl das Gehäuse selbst, in eine kleine Bewegung, welche das Fern-

rohr verhinderten, einen festen Stand anzunehmen. Diesem habe ich gänzlich durch ein zweites Gehäuse abgeholfen, welches das erste umschloß, ohne es irgendwo zu berühren, und zwei mit Glas versehene Fenster hatte, die sich gerade vor den Fenstern xy befanden, welche beide ohne Glas blieben. Das vordere Glas war so gestellt, daß sich das Auge dem Ocularglase bis auf die zum Sehen nöthige Entfernung nähern liefs.

Diese neue Vorrichtung erfüllte ihre Absicht so gut, und erhielt die Luft im innern Gehäuse in einer so vollständigen Ruhe, daß ich die Schwimmer und die Gefäße mit Wasser wegnehmen konnte, wodurch das Ganze viel einfacher und genauer wird; daher dieses in jeder Hinsicht den Vorzug zu verdienen scheint. Die Glascheibe vor dem Objectivglase verminderte zwar ein wenig die Helligkeit, hinderte aber auf keine merkliche Weise die Schätzung der Collimation auf den Eintheilungen, die in einem Abstände von 200 Toisen aufgetragen waren. Das Objectiv hatte ungefähr 20 Zoll Brennweite und 7 bis 8 Linien Oeffnung. Gegen die Irrthümer, welche aus der Brechung des Glases entstehen konnten, hatte ich mich durch die gleich zu erwähnenden Mittel gesichert.

Will man das Gehäuse forttragen, ohne der Aufhängung zu schaden, so muß das Fernrohr unbeweglich gemacht werden; und dazu dienen die Stücke c, z . Man sieht eins derselben in Fig. 4 von vorne. Es hat unten einen viereckigen Einschnitt

und zwei Profilschrauben. Sie an dem Seiten angebracht sind. Man bringt die Enden des Magnetstabes in die Einschnitte, und zieht die Pressschrauben an. Sie halten dann den Stab und das Fernrohr unverrückt, so daß es im Gehäuse nicht mehr hin und her schwanken können, und nun läßt sich das Ganze ohne Schaden forttragen.

Ich komme nun zu der Art, wie man mit diesem Instrumente beobachtet.

An einem von Gebäuden so weit entfernten Orte, daß das Eisenwerk derselben den Magnetstab nicht aus seiner Lage bringen kann, stellt man das Instrument auf einen hölzernen Pfosten oder auf ein Postament von Mauerwerk, die so hoch sind, daß der Beobachter sein Auge mit Bequemlichkeit vor das Fenster xy bringen kann. Und zwar befestigt man auf das Postament ein kreisförmiges gut gearbeitetes und gerichtetes Brett, dessen Halbmesser so groß ist, als die halbe Länge EX des Gehäuses, und in dessen Mittelpunkte sich ein rundes Loch befindet, in welches die Röhre X genau und gedrängt paßt. Man muß seine Veranstaltung so treffen, daß dieses Brett sich jedes Mahl wieder in dieselbe Lage bringen lasse, und das Ganze muß so adjustirt seyn, daß, wenn dieses Brett genau horizontal liegt, der Aufhängungsfaden verlängert durch die Achse der Röhre X geht. Dann läßt sich vermittelst eines Bleilothes, dessen Faden in die Achse der Röhre X gebracht wird, auf die obere Fläche des Postaments genau der Punkt projiciren, der in die-

fer Achse und in der Verlängerung des Aufhängungsfadens liegt, und das Gehäuse läßt sich um diese Linien drehen, ohne daß die Spitze der beobachteten Winkel die Stelle ändert.

Alsdann bestimmt man die Lage der Mittagslinie, die durch den eben erwähnten Punkt geht, und an einer Mauer, in der größten Entfernung, welche das Local zuläßt, einen zweiten Punkt, der sich ungefähr in der nämlichen Horizontallinie befindet. Durch diesen letzten Punkt läßt man auf der Mauer eine Horizontallinie ziehen, und trägt auf sie gleiche Theile auf, deren Angularwerth, (durch die Lage der Mauer und ihren Abstand bestimmt,) zum Maasse der jedesmahligen Abweichung der Magnetnadel dient. Ist der Bewurf der Mauer zu schlecht, als daß sich die Eintheilungen nett darauf ziehen lassen, so bewirft man einen 5 bis 6 Zoll hohen Streifen derselben mit einer Lage von Gyps, und zwar muß er sich so weit westlich von dem Meridiane erstrecken, daß man auch bei der größten Abweichung der Magnetnadel immer noch Eintheilungen im Gesichtsfelde des Fernrohrs behält. — Ueber die Art, die Mittagslinie und den Angularwerth der Eintheilungen zu finden, sage ich hier nichts, da es allgemein bekannt ist, wie man sich zu benehmen hat, um beides mit aller Genauigkeit zu thun.

Ist die Lage der Mittagslinie gefunden, so überbaut man das Postament mit einer dicht verschlossenen Hütte, um das Instrument und den Beobachter

gegen die Witterung zu schützen. In dieser Hütte werden außer der Thür nur zwei kleine Oeffnungen, eine nach Norden, die andere nach Süden, angebracht, und beide mit Läden, die in Fugen gehen, verschlossen, damit man nicht mehr öffne, als unentbehrlich ist, um das Feld des Fernrohrs frei zu machen.

Sind diese vorläufigen Anstalten getroffen, so ist nur noch übrig, das Instrument zu reguliren. Dazu gehört zweierlei. *Erstens* muß man dem Aufhängungsfaden alle Windung benehmen. *Zweitens* muß die Achse des Fernrohrs dem magnetischen Meridian genau parallel gemacht, oder es muß wenigstens der Winkel bestimmt werden, den beide mit einander machen, um ihn in Rechnung zu bringen.

Erste Vorbereitung: Aufhebung der Windung des Fadens. Der Faden wird, wie man in Fig. 1 sieht, oben auf dem Gehäuse durch eine Pressschraube π fest gehalten, nachdem er durch einen engen Kanal gegangen ist, der sich in dem Stücke N befindet, auf welches π eingeschraubt ist. Dieses Stück N verschließt das Loch T in der Deckplatte AB des Gehäuses, und läßt sich nach Willkühr heraus ziehen. Man giebt zuerst dem Faden ST eine solche Länge, daß er, wenn der Magnetstab sich in den Einschnitten der Stücke t befindet, so schlaff ist, daß man das Stück N ganz aus dem Loche T heraus ziehen kann. Alsdann befestigt man ihn ein für alle Mal in S und in T , und bringt den Magnetstab in die

Einschnitte, wo man ihn durch die Seitenschrauben fest stellt. Darauf kehrt man das Gehäuse um und stellt es auf zwei Böcke, wie in Fig. 5, zieht den Stöpsel *N* heraus, hängt an das Ende des Fadens ein Gewicht *R*, welches so schwer ist, daß *N* und *R* zusammen genommen, so viel wiegen, als der Magnetstab und das Fernrohr, und richtet das Gehäuse so, daß der Faden frei durch das Loch *T* herab hängt, ohne an die Wände desselben anzu stoßen. In dieser Lage werden sich die Gewichte *R* und *N* drehend um den Faden hin und her schwingen, bis die Kraft der Windung des Fadens, wenigstens in Rücksicht der Masse, die sie zu bewegen hat, ganz verschwunden ist. In dieser Lage schiebt man das Stück *N* unverrückt in das Loch *T*, in welchem die Reibung es fest hält, wenn das Gewicht *R* abgenommen wird. Nun stellt man das Gehäuse auf die Fußplatte auf dem Postamente, indem man die Röhre *X* in das Loch in der Mitte derselben bringt, und dreht es so lange, bis die Länge des Gehäuses der Lage des Fernrohrs parallel ist.

Das Stück *N* ist mit einem Zeiger versehen, der sich über einem eingetheilten Kreis dreht, welcher auf einer horizontalen Messingplatte eingerissen ist, die auf *AB* aufgeschraubt ist. Fig. 3 zeigt das Ganze von oben herab gesehen. Diese Vorrichtung dient, den Beobachter in den Stand zu setzen, die Wirkung wahrzunehmen, welche eine gegebene Windung des Fadens auf die Richtung des Magnetstabes äußert. Coulomb hat über diese Materie

eine Reihe von Beobachtungen und Rechnungen gegeben, welche, wie es scheint, nichts zu wünschen übrig läßt. Es wäre indess der Mühe werth, sie zu wiederholen.

Zweite Vorbereitung: Die Achse des Fernrohrs dem magnetischen Meridian parallel zu machen. Es sey in Fig. 6 SN die Richtung des magnetischen Meridians, und LU die Lage der Achse des Fernrohrs, wenn es mit dem Magnetstabe verbunden an dem Seidenfaden so hängt, wie Fig. 6 es zeigt. Nun lasse man den Ring, welcher den Magnetstab trägt, im Loche QQ eine halbe Umdrehung machen, so daß das Fernrohr über dem Magnetstabe zu stehen komme, wie in Fig. 7. Dadurch muß die vorige Richtung LU des Fernrohrs (Fig. 6) in die Richtung $L'U'$ (Fig. 7) verändert werden, und der Winkel UMU' ist das Doppelte des Winkels, den die optische Achse des Fernrohrs mit dem magnetischen Meridiane macht. — Hat man daher in beiden Lagen die Punkte bemerkt, welche sich in der Achse des Fernrohrs befanden, so wird der Punkt, der in der Mitte zwischen beiden liegt, der seyn, welcher sich im magnetischen Meridiane SN befindet, und man muß das Fernrohr so adjustiren, entweder vermittelst der Stellschraube im Focus, oder vermittelst der kleinen Excentricität, welche fast alle Objectivgläser haben, daß dieser Punkt genau unter den Faden im Fernrohre fällt.

Ich setze hier voraus, daß diese Operation nur eine sehr kurze Zeit dauert, welches der Fall ist, wenn

man sich der Schwimmer bedient. Doch ist es möglich und besser, diese fortzulassen, und dann dauern die Schwingungen des Fernrohrs so lange, daß die täglichen Variationen Einfluß auf die Genauigkeit des Resultates haben können. In diesem Falle, und so in allen, wenn man sich vornimmt, eine lange Reihe von Beobachtungen zu machen, muß man die Fäden des Fernrohrs nicht berühren, und abwechselnd, den einen Tag mit dem Fernrohre unterhalb, den andern oberhalb des Magnetstabes beobachten, und beide Reihen von Beobachtungen sorgfältig unterscheiden. Zeichnet man dann für denselben Ursprung der Coordinaten drei Curven, wovon die erste die Beobachtungen an den ungeraden, die zweite die Beobachtungen an den geraden Tagen, und die dritte das Mittel zwischen beiden darstellt; so wird die letzte, welche die Differenzen der Ordinaten der beiden erstern halbirt, von den Anomalieen befreit seyn, welche von dem Fehler des Parallelismus herrühren. Man braucht sich dieser Methode nur zur Messung der mittlern absoluten Declination jedes Tages zu bedienen. Die Beobachtung der täglichen relativen Variation ist von dem Winkel unabhängig, welchen die Achse des Fernrohrs mit dem magnetischen Meridiane macht.

Man muß sich sehr in Acht nehmen, wenn man den Magnetstab in seinem Ringe umdreht, gegen das Fernrohr irgend eine Gewalt auszuüben, oder es nur einmahl zu berühren, damit die Gesichtslinie nicht verändert werde.

Ich muß zuletzt noch die Art angeben, wie man sich *wegen der Refraction der Glasplatten* sichert, wenn die beiden Fenster des Gehäuses damit versehen sind. Die Vorsicht ist nur für das Glas, welches sich vor dem Objective befindet, von Nutzen. Man nehme eine runde Glasscheibe, und befestige an den vordern Rahmen des Gehäuses drei kleine Hölzer mit Einschnitten, um das Glas fest zu halten, ohne es doch zu verhindern, sich in seiner Ebene zu drehen. Man befestige den Magnetstab in den Einschnitten t, t , so daß das Fernrohr völlig unbeweglich sey, oder, was noch besser ist, man lege es auf kleine Böcke, die es in der Höhe erhalten, in welcher es sich gewöhnlich befindet. Darauf nehme man das Glas des Fensters xy fort, und merke sich die Gegenstände, welche sich im Fernrohre zeigen; setze das Glas wieder davor, ohne das Fernrohr oder das Gehäuse zu verrücken, und sehe wieder durch das Fernrohr. Sind die beiden Ebenen des Glases nicht parallel, so wird derselbe Gegenstand sich nun nicht mehr unter dem Faden zeigen. Man dreht dann das Glas umher, bis der vorige Gegenstand unter dem senkrechten Faden zu stehen kömmt, und in dieser Lage läßt man es. Ob er unter dem horizontalen Faden liegt oder nicht, darauf kömmt es nicht an, da die Refraction in senkrechter Ebene, der Genauigkeit der Beobachtungen nicht schadet.

V.

Einige

aus Versuchen über die Wärme abgezogene unmafsgebliche Gedanken,

von

E. F. W Ü N S C H,

Prof. der Mathematik und Physik zu Frankfurt
an der Oder.

I.

Es ist merkwürdig, dafs alle Körper, sie mögen sich in einem luftvollen oder in einem luftleeren Raume befinden, die ihnen in ihrer Mitte ertheilte Wärme an den obern Gränzen geschwinder annehmen, als an den untern. Dafs dieses auch im luftleeren Raume Statt finde, hat, wie bekannt, Herr Pictet in seinen *Essais de Physique*, Tome 1, Chap. 2, durch sehr ausführlich beschriebene Versuche, die mit besonderer Sorgfalt angestellt worden sind, aufser Zweifel gesetzt.

Um dieses Phänomen zu erklären, nimmt Herr Pictet mit fast allen andern Naturforschern einen Wärmestoff als eine äufserst feine elastische Materie an, meint aber, diese Materie gravitire nicht nur nicht, wie die sonst bekannten Materien, sondern besitze sogar ein Bestreben, aufwärts zu fallen, das heifst, der Gravitation gerade entgegen zu wirken. Ein solcher Wärmestoff, der negativ schwer ist, ex-

klärt das Phänomen allerdings ungemein leicht. Wenn er seiner Natur nach allenthalben aufwärts zu steigen bestrebt ist, so muß er sich auch in einer vertikal aufgestellten Stange, die ihn, wie bei den Pictet'schen Versuchen, in ihrer Mitte empfängt, geschwinder nach der Höhe, als nach der Tiefe bewegen, und ein Thermometer am obern Ende der Stange früher, als eins am untern Ende zum Ansteigen bringen, da der Wärmestoff unter dieser Voraussetzung nach dem untern Ende zu nur durch seine Elasticität, nach dem obern hingegen durch seine Elasticität und sein Bestreben, aufwärts zu gehen, wirken würde.

Noch einige andere Naturforscher haben die Hypothese von der negativen Gravitation des Wärmestoffs angenommen; mehrere haben sie dagegen mit sehr erheblichen Gründen bestritten, und jetzt behaupten die Physiker fast einstimmig, der Wärmestoff sey, wie jeder andere zu unserm Erdballe gehörige materielle Stoff; wirklich positiv schwer, nur sey sein Gewicht sogar am glühenden Eisen auf unsern besten Wagen nicht bemerkbar. Ist aber der Wärmestoff wirklich eine Materie, die Schwere hat, so scheint es unbegreiflich zu seyn, wie er sich in den Pictet'schen Versuchen am obern Ende des Messingtabes früher als am untern hat wirklich zeigen können. Der selige Gehler bemühet sich zwar, dieses Phänomen aus der Elasticität und positiven Gravitation des Wärmestoffs abzuleiten, allein auf eine Weise, die manchem sehr wich-

tigen Bedenken unterworfen bleibt. Nachdem er in seinem *physikalischen Wörterbuche*, Th. 4, S. 548 und 549, von mehreren Naturforschern geredet hat, die ebenfalls dem Wärmestoffe eine *tendance anti-grave* beilegen, fährt er fort: „Ueberhaupt dürfen wir, da alle bekannte Stoffe schwer sind, nach der Analogie und den Regeln der Erklärungskunst, keinen eher für absolut leicht annehmen, als bis offenbare und ganz entscheidende Erfahrungen hierzu nöthigen. Bis jetzt scheinen dergleichen noch nicht vorhanden zu seyn. Herr Pictet bringt zwar über das Aufsteigen der Wärme auch einen merkwürdigen Versuch bei. Er erhitzte im luftleeren Raume die Mitte eines Messingstabes durch ein Brennglas, und fand, daß alle Mal das obere Ende schneller und stärker erwärmt wurde, als das untere, welches Ende auch nach oben geht seyn mochte. Er scheint daher auch geneigt, der Wärme eine *tendance anti-grave* beizulegen. Aber da der Raum doch nicht absolut leer seyn konnte, so mußte alles so erfolgen, wenn die darin befindliche Materie noch specifisch schwerer, als der Wärmestoff war. Auch mochte vielleicht das untere Ende des Stabes dem wärmeentziehenden Körper der Luftpumpe näher seyn, als das obere, und daher seiner Wärme schneller und stärker beraubt werden. Am Ende läßt sich das Aufwärtstreben sogar aus der Elasticität und Schwere des Wärmestoffs selbst erklären. Daß aber das Gewicht dieses Stoffs äußerst geringe und kaum bei

„irgend einem Versuche merklich sey, wird niemand in Zweifel ziehen.“

Gehler äußert also gegen die Resultate dieser Versuche zweierlei Bedenken: *Erstens* meint er, der Wärmestoff könne in der nicht rein exantlirten, sondern nur verdünnten Luft, nach aërostatischen oder hydrostatischen Gesetzen, am Stabe in die Höhe gestiegen seyn, und ihn dadurch oben mehr als unten erwärmt haben; oder *zweitens* könne der Körper der Luftpumpe, dem untern Ende des Messingstabes mehr Wärme als dem obern entzogen, und so das obere nur geschienen haben, schneller und stärker als das untere warm zu werden.

Dieses *zweite* Bedenken läßt sich, meiner Einsicht nach, leicht heben. Die gläserne Röhre, worin der messingene Stab sich befand, war nämlich mit einem luftdicht schließenden Hahne versehen, und man hatte sie unstreitig von der Luftpumpe abgeschraubt, bevor man anfang, die Stange in ihr zu erhitzen, weil man sonst, wie doch wirklich geschehn ist, die exantlirte Röhre gewiß nicht hätte umkehren und ihren Hahn nach Willkühr bald zu oberst, bald zu unterst bringen können. Ferner hatte man sie eine halbe Stunde lang vor Anfang der Erwärmung des darin befindlichen Stabes in der sich gleich bleibenden Temperatur erhalten, welche der Saal auf der Genfer Sternwarte hatte, in welchem die Versuche von den Herren Pictet und Senebier angestellt wurden. Mithin ist es gar nicht glaublich, daß diese beiden Männer das unterste Ende der Stange

dem wärmeentziehenden Körper der Luftpumpe, während jener Versuche, näher als das obere gebracht haben sollten, zumahl da aus den Nachrichten des Herrn Pictet erhellt, daß sie alle andere Umstände, die den Erfolg der Versuche hätten zweideutig machen können, mit rühmlichster Vorsicht zu beseitigen gesucht haben. Zwar konnte allerdings der metallene Hahn demjenigen Ende der gläsernen Röhre, an welchem er angebracht war, und mithin auch dem daselbst befindlichen Ende der Stange ein wenig mehr Wärme, als das Glas dem entgegen gesetzten Ende entziehen, besonders da das untere Thermometer wirklich alle Mal das Wachsthum der Wärme ein wenig früher, als das obere anzeigte, wenn die Experimentatoren den Apparat umgekehrt, folglich den Hahn in die Höhe gestellt hatten; allein dessen ungeachtet blieb das mittlere Resultat aus allen diesen gewisser Maßen umgekehrten Versuchen immer bei weitem für die frühere oder stärkere Erwärmung nach oben, wie das Hr. Pictet selbst genau genug berechnet, und diesen Umstand von dem wärmeentziehenden Hahne also ebenfalls nicht aus der Acht gelassen hat. Es ist daher, wie mir dünkt, nicht im geringsten wahrscheinlich, daß der in seiner Mitte erhitzte Stab deswegen am obern Ende geschwinder, als am untern erwärmt worden sey, weil die Herren Pictet und Senebier bei den Versuchen einige Umstände, die das Resultat hätten zweideutig machen können, übersehen haben sollten; sie waren mit ihren

Instrumenten viel zu vertraut, und im Experimentiren gewiss viel zu geübt, als dass man ihnen ein Versehen dieser Art zutrauen kann.

Was das *erste* Bedenken Gehler's betrifft: dass der Wärmestoff wegen seines überaus geringen specifischen Gewichts, nach dem aërostatischen Gesetze, am Stabe könne in die Höhe gestiegen seyn, und ihn dadurch am obern Ende mehr, als am untern erwärmt haben; so scheint es mir sehr leicht aus eben den Gründen zu widerlegen zu seyn, welche man gegen die Hypothese von einem absolut leichten, oder negativ schweren Wärmestoffe anzuführen pflegt. Dieser Stoff müsste sich in diesem Falle schon längst vom Erdboden fast eben so weit entfernt haben, als wenn er in der That negativ schwer wäre, und wir würden ihn daher jetzt ebenfalls nur im Himmel, oder doch nur in den allerhöchsten Regionen der Atmosphäre suchen müssen. Bei den Pictet'schen Versuchen war nämlich die Luft in der Glasröhre nur ungefähr 85 Mal mehr, als aussen herum, verdünnt: folglich müsste der Wärmestoff wenigstens 86 Mal weniger specifisches Gewicht, als die uns gewöhnlich umgebende Luft, gehabt haben, wenn er damahls nach aërostatischen Gesetzen in die Höhe gestiegen wäre; und im Freien müsste sich daher längst aller Wärmestoff, auch wenn sein specifisches Gewicht überhaupt mehr nicht, als nur 86 Mal im spec. Gewichte unsrer, nahe am Erdboden befindlichen, Luft enthalten seyn sollte, bis zu einer Höhe von ungefähr acht

Meilen empor gehoben haben, weil er nur dort eine 85 Mahl verdünnte Luft gefunden hätte, um in derselben, vermöge seiner positiven Gravitation, sich zu erhalten. Dort oben mußte daher schon von Alters her die schrecklichste Hitze obwalten, weil der Wärmestoff in diesen Höhen gewiß keine Materien gefunden haben würde, die ihn hätten genug binden oder latent machen können. Gleichwohl weiß man bereits längst gewiß, daß in allen hohen Regionen der Atmosphäre, wo kein Regen und kein Schnee, oder dergleichen, mehr erzeugt wird, weit weniger empfindbare Wärme, als in den untern Regionen herrscht.

Man sieht aus diesen Gründen, daß das Aufsteigen der Wärme sich eben so wenig aus einer angenommenen Elasticität und positiven Schwere, als aus der vermeinten absoluten Leichtigkeit oder negativen Schwere des Wärmestoffs, auf eine befriedigende Weise erklären läßt. Es wird daher der Mühe werth seyn, zu versuchen, ob sich nicht auf einem dritten Wege zu einer vielleicht richtigen Erklärung dieses Phänomens gelangen lasse.

2.

Ob ein besonderer Wärmestoff in der Natur wirklich zu finden sey, oder nicht, und ob derselbe, wenn er in der That existirt, ein positives oder negatives Gewicht habe, dieses alles wollen wir an seinen Ort gestellt seyn lassen. Denn zu dem gegenwärtigen Behufe bedürfen wir nichts weiter

als folgende Sätze, die uns bei unsern Schlüssen als Grundsätze dienen sollen, und die man hoffentlich zuzugeben nicht Anstand nehmen wird.

I. Alle wirklich fühlbare, und mithin alle ponderable Materien, dehnen sich durch die Erwärmung nach allen drei Dimensionen aus, und zwar mehr, wenn sie stärker, und minder, wenn sie schwächer erwärmt werden.

II. Alle, noch so kleine oder große Theile der wirklich ponderablen Materien, folgen der Gravitation, das ist, sie besitzen gleichsam ein Bestreben, gegen die Mitte des Erdballes zu fallen.

III. Alle, noch so kleine oder große Theile der Materien sind beständig in Bewegung, wenigstens während sie sich entweder ausdehnen oder zusammen ziehen, mithin auch während sie sich entweder erwärmen oder abkühlen.

IV. Die so genannte allgemeine Attraction äußert sich auf dreierlei Weise, und kommt unter eben so vielerlei Namen vor. Sie heist *Cohäsion*, in so fern sie die zusammen gehörigen Theile der Materien, so lange diese entweder die feste, oder die tropfbar-flüssige Form behalten, nach allen drei Dimensionen gegen einander treibt und sie zusammen hängend macht. *Gravitation* wird sie genannt, in so fern sie alle Körper und Materien an den Erdball bannt, oder sie gegen die Mitte desselben stößt. Den Namen *Centripetalkraft* führt sie endlich, in so fern sie die Himmelskörper gegen einander zie-

het und in der ihnen einmahl angewiesenen Laufbahn erhält.

V. So bald eine ponderable Materie aus dem festen oder auch tropfbar-flüssigen Zustande in den gasartigen übergegangen ist, ist auch alle Wirkung der Cohäsion ihrer Theile gänzlich verschwunden, oder wenigstens für nichts mehr zu achten, und es bleibt mithin allen gasartigen Materien von der allgemeinen Attractionskraft nichts weiter übrig, als die Centripetalkraft, vermöge welcher sie zum Weltsystem gehören, und die Gravitation, vermöge welcher sie am Erdballe fest gehalten werden, wo sie seine Atmosphäre bilden helfen, welche, (fremdartige in ihr bisweilen schwebende Materien abgerechnet,) nur durch Wärme und Gravitation existirt.

Gegen die Evidenz dieser fünf Sätze wird sich hoffentlich nichts von Erheblichkeit einwenden lassen. Dafs einige tropfbar-flüssige Materien, wenn sie bei einer gewissen niedrigen Temperatur in den festen Zustand übergegangen sind, durch fernere Verminderung ihrer Wärme sich bis zu einer gewissen Gränze gleichsam wieder ausdehnen: dieses ist, wie ich im *Lucifer*, S. 390 — 393, hinlänglich gezeigt zu haben glaube, keine wahre Vergrößerung ihrer Voluminum, sondern eine blofs scheinbare, und man mufs, um ihre wahren Volumina zu beurtheilen, davon erst die feinen Risse und Spalten abziehen, welche bei dem Festwerden der Masse entstehen. Sie sind es, die das gefrorne Wasser ein

wenig milchmatt, den geronnenen Schwefel und gefrorne fette Oehle undurchsichtig, das Gufseisen porös machen; im erstarrten Queckfilber sieht man die Spalten mit bloßen Augen, weil darin die KrySTALLISATION, während es erstarrt, sichtlich von Statten gehet, und zwischen den KrySTALLen so groÑe Spalten entstehen, daß eine Thermometerkugel nothwendig zer springen muß, wenn in ihr das Queckfilber gefriert. Der erste Satz gilt daher unstreitig eben so allgemein, als der zweite und vierte, gegen die sich nicht einmahl eine scheinbare Einwendung machen läßt. Doch bedürfen wir nicht einmahl des ersten Satzes in aller Allgemeinheit, um bloß erklären zu können, warum die Wärme in allen irdischen Materien mehr aufwärts als abwärts wirken muß. Der dritte Satz ist ein bloßes Corollarium des zweiten, folglich eben so evident, wie dieser; und den fünften glaube ich im fünften Hauptstücke des *Lucifer* ebenfalls hinlänglich bewiesen und erläutert zu haben.

Man stelle sich einen vertikalen Cylinder vor, der durchgehends aus einer homogenen, gleich dichten ponderabeln Materie bestehe. Er befinde sich in einem absolut leeren Raume, so daß er weder andern Materien etwas von seiner Wärme mittheilte, noch Wärme von ihnen empfangen, diejenige angenommen, welche ihm nach Willkühr des Experimentators zugeführt wird. Es mögen nun genau an seiner mittlern Stelle die in einen Brennraum

zusammen gedrängten Sonnenstrahlen eine sehr kleine Zeit lang wirken; und in dieser Zeit seine ursprüngliche Wärme dort um einen Grad erhöhen; dann mag diese Erwärmung vor der Hand wieder aufhören. Dadurch werden in dieser sehr kleinen Erwärmungszeit nur die von den Sonnenstrahlen unmittelbar getroffenen Theile des Cylinders, nach allen drei Dimensionen mit gleichen Schritten um einen Grad ausgedehnt, also in diesem angenommenen Momente alle gleich warm werden, weil sie alle zugleich gleich viel Sonnenstrahlen empfangen. Bis zu den obersten und untersten Theilen kann im ersten Momente diese Erwärmung noch nicht sich erstrecken; obgleich der ganze Cylinder, durch die Verlängerung seiner mittlern Theile, der Höhe nach schon um den gedachten Grad hat länger werden müssen. Aber bald hernach wird sich die neu hinzugekommene Wärme allerdings durch den ganzen Cylinder nach allen drei Dimensionen verbreitet haben.

Denkt man sich daher den vertikalen Cylinder *AG*, (Fig. 1, Taf. IV,) z. B. in sechs gleiche Theile *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, *EF*, *FG* eingetheilt, deren jeder aus vielen andern kleinern Theilen besteht, so wird jeder dieser Theile sogleich in Bewegung kommen, so bald sich der Cylinder an irgend einer seiner Stellen auszudehnen oder zusammen zu ziehen anfängt, weil der ganze Cylinder ein Continuum ist. Wenn es bloß, wie hier, auf die Bewegung der Theile eines Körpers ankömmt, so ist es erlaubt, nur auf

die Schwerpunkte der Theile zu sehen; daher mag sich der Cylinder AG in eine ihm parallele Linie ag verwandeln, in welcher b, c, d, e, f, h die Schwerpunkte der Theile AB, BC, CD, DE, EF, FG vorstellen. Der Durchmesser des Brennraums betrage zwei solche Theile, und die Strahlen mögen genau in der Mitte, das ist, in ganz CE auffallen, und den Cylinder daselbst in allen Punkten gleich stark erwärmen. Wenn sich nun die beiden mittlern Theile in der sehr kleinen Erwärmungszeit durch DB und DF ausdehnen, so rücken ihre Schwerpunkte aus d und e bis q und r auseinander, und ag wird zu mn , wobei aber b, p, q und r, s, x ihren vorigen Abstand von einander unverändert behalten, indem anfänglich sich nur die beiden mittlern Theile ausdehnen, indess in A und G , wie in B und F , noch gar kein Wachsthum der Wärme sich zeigt. In der Wirklichkeit wird jedoch die anfängliche Ausdehnung der mittlern Theile nie so groß als hier in der Figur seyn, wenn der Cylinder ein Continuum bleiben soll; denn man weiß, daß alle Körper an den Stellen, wo sie plötzlich zu stark erhitzt, folglich auf ein Mahl gar zu sehr ausgedehnt werden, entweder mit großem Krachen zerstäuben, oder zerspringen, oder zerschmelzen, weil dann die Hitze ihre Theile an solchen Stellen zu weit auseinander treibt, als daß die gegenseitige Anziehung derselben sie geschwind genug wieder in die regelmäßigen Lagen und Annäherungen bringen kann, in welchen sie noch feste oder flüssige zusammenhan-

gende Materien bilden. So wenig sich indess auch die ungleichen Abstände der Schwerpunkte von einander in mn , von den gleichen in ag unterscheiden mögen, so kann doch diese Unordnung von keiner Dauer seyn, da q einen Theil seines Wärmeüberschusses augenblicklich an p , womit es in Berührung ist, abgeben, und eben so r einen Theil seines eben so grossen Wärmeüberschusses sehr geschwind an s absetzen muß. Dadurch verlieren CD , das sich zu DB , und DE , das sich zu DF ausgedehnt hatte, einen eben so grossen Theil ihrer Ausdehnung, als sie Wärme abgeben, und die beiden Schwerpunkte q und r eben so viel von ihrer Kraft, aus einander zu gehen, so daß ihre Cohäsion und Gravitation sie wieder um einen Schritt näher zusammen ziehen kann. Da nun auf gleiche Weise auch p mit o , und s mit x , das ist CB mit BA , und EF mit FG , in unmittelbarer Berührung stehen, und ihnen folglich einen Theil des mittelbar empfangenen Wärmeüberschusses wieder abgeben müssen, so wird der Wärmeüberschuss, den anfänglich in der angenommenen sehr kleinen Erwärmungszeit nur die mittlern Cylinderstücke CD und ED unmittelbar empfangen, allmählig durch den ganzen Cylinder vertheilt werden, so daß am Ende dieser Vertheilung in μp die Schwerpunkte t, u, v, w, y, z wieder alle in gleichen Entfernungen von einander stehen werden, ohne daß in der ganzen Ausdehnung, die in mn schon vollendet war, der Höhe nach etwas verändert seyn würde.

Wären daher die Theile der ponderabeln Materien nur der gegenseitigen Anziehung, das ist, nur der Cohäsion, und nicht zugleich der Gravitation unterworfen, so müßten sich die Wirkungen der Wärme in allen homogenen Massen, die diese Wärme genau in ihrer Mitte empfangen, nothwendig in gleichen Zeiten mit gleicher Stärke nach allen drei Dimensionen gleich weit erstrecken. Denn in homogenen Materien äußern alle Theile gleiche Cohäsion gegen einander, und widerstreben daher jeder Ursache, die sie trennen oder von einander entfernen will, nach allen Richtungen gleich stark, weshalb die Wirkung und Gegenwirkung in ihnen, wenn sie genau in ihrer Mitte angegriffen werden, in gleichen Abständen von dieser Mitte und in gleichen Zeiten alle Mal vollkommen gleich seyn müßten, wenn mehr nicht als die Wärme und die Cohäsion in das Spiel kämen.

Allein die Theile aller tropfbar - flüssigen und festen Materien werden nicht bloß von der Cohäsion an einander gedrängt, sondern auch von der Gravitation nach der Mitte des Erdballes getrieben: Wegen ihrer müssen die Schwerpunkte q, p, o in einer kürzern Zeit bis v, u, t gleichsam herab fallen, als r, s, x bis w, y, z in die Höhe steigen können; die Wege der erstern und der letztern sind gleich, und q, p, o werden nach der Richtung der Gravitation, r, s, x hingegen ihr entgegen gezogen. Gelangen nun aber die obern Schwerpunkte wegen der Cohäsion *plus* der Gravitation früher an ihre

neu angewiesenen Stellen, als die untern, vermöge der Cohäsion *minus* der Gravitation, so werden die durch den hinzu gekommenen Wärmeüberschuss bewirkten gleichen Ausdehnungen in den obern Theilen früher als in den untern vollendet, und ein Thermometer am obern Ende des Cylinders bei μ muß sie früher, als ein Thermometer am untern Ende bei ρ anzeigen.

Anfänglich, das ist, während der ersten sehr kleinen Erwärmungszeit, in welcher die concentrirten Sonnenstrahlen nur die beiden mittlern Theile von *AG* treffen und ausdehnen, werden zwar die untern Schwerpunkte *e*, *f*, *h* auch von der Wärme *plus* der Gravitation, die obern *d*, *c*, *b* hingegen von der Wärme *minus* der Gravitation getrieben, und es könnte scheinen, daß daher die Differenzen, welche wegen der verschiedenen Gravitationswirkungen zwischen den Bewegungszeiten der obern und untern Schwerpunkte Statt finden, schon zu Anfang bei der Erwärmung der beiden mittlern Theile völlig kompensirt worden wären. Allein daraus, daß anfänglich alle untere Schwerpunkte ein wenig tiefer sinken müssen, als die obern steigen können, folgt weiter nichts, als daß die untere Hälfte des Cylinders sich ein wenig mehr als die obere verlängert, wodurch die Mitte des Brennraums gleich nach dem ersten Momente der Erwärmung nicht mehr genau auf der Mitte des Cylinders, sondern ein wenig höher liegt, so daß hieraus eine zweite Ursache der langsamern Erwärmung des un-

tern und der geschwindern des obern Endes entspringt, wiewohl diese zweite Ursache in den meisten Fällen doch nur äusserst geringe seyn kann.

Der eigentliche geschwindere Gang der Wärme nach der Höhe beruht also bei den tropfbar-flüssigen und festen Materien lediglich auf der Vertheilung oder Verbreitung der Wärme. Diese reicht aber im ersten Momente der Erwärmung noch nicht bis an die äussersten Enden einer Masse, sondern gelangt dahin blofs nach und nach. Daher konnten in unserm Falle am Ende der angenommenen Erwärmungszeit die Theile qp , po , und rs , sx noch eben so wenig, als bc , cd , und ef , fh ausgedehnt seyn. Erst nach und nach erfolgte dieses, und die Vertheilung der zwischen q und r eingedrungenen Wärme, das ist, der anfänglich blofs zwischen diesen beiden Punkten erfolgten Ausdehnung, war erst dann vollendet, als sich die Schwerpunkte sämmtlich wieder zurück bewegt, folglich in $\mu\rho$ ihre rechten ordnungsmässigen Stellen eingenommen hatten, welches, wie wir vorhin gesehen haben, bei den obern früher, als bei den untern, geschieht.

Säße das untere Ende des Cylinders auf einem Körper fest, welcher die Verlängerung desselben nach unten, die im Erwärmungsmomente erfolgt, verhinderte, dem Cylinder selbst aber gar keine Wärme entzöge; so würde die Ausdehnung in der angenommenen sehr kleinen Erwärmungszeit freilich nur nach oben erfolgen, und der Mittelpunkt jenes erwärmenden Strahlenbündels würde bei fort-

gesetzt-

gesetzter Erwärmung immer tiefer und tiefer unter den Mittelpunkt des Cylinders herab fallen. Dann würde aber auch das untere Ende desselben einen gewissen Wärmegrad früher, als das obere, annehmen, es sey denn, die aufwärts gehende Vertheilungsgeschwindigkeit hätte einen größern Ueberschuss über die abwärts gehende, als nöthig wäre, die durch gedachte Erhebung des Mittelpunkts des Cylinders bewirkte Differenz entweder bloß zu kompensiren oder gar zu überschreiten.

Eben so wie in einem isolirten und vertikal gestellten Cylinder, der aus einer homogenen festen oder tropfbar-flüssigen Materie besteht, und dessen Ausdehnung nichts hindert, von der Wärme, die man seiner Mitte ertheilt, in seinen obern Theilen früher als in den untern gleich weit ausgedehnt oder erwärmt wird: eben so müssen auch diese obern Theile, wenn der Cylinder sich abkühlt, sich früher, als die untern, wieder zusammen ziehen, und folglich das Fallen der Wärme um gleich viel Grade am obern Ende an einem Thermometer, früher, als am untern anzeigen.

Man setze nämlich, der erwärmte Cylinder *AG*, der sich zu $\mu\rho$ ausgedehnt habe, sey nicht mehr in einem absolut leeren Raume, sondern stehe mit irgend einer Materie, die nur denjenigen Wärmegrad besitzt, welchen *AG* vor der Erwärmung besaß, und durch sie mit dem ganzen Erdballe in Berührung. Indem nun der Cylinder sich allmählig abkühlt, muß $\mu\rho$ allmählig wieder zu der ersten

Ausdehnung MN , gleich AC , zurück kommen, und die Schwerpunkte der angenommenen Theile werden nach und nach wieder in ihre ersten Stellen zurück treten. Nun kann aber z nach h nicht so geschwind als t nach b , und y nach f und v nach d nicht so schnell als u nach c und w nach e zurück kehren, da erstere von der Cohäsion *plus* der Gravitation, letztere hingegen von der Cohäsion *minus* der Gravitation getrieben oder gezogen werden. Mithin muß ein vertikal hangender und in seiner Mitte erwärmter Körper sich, nachdem die Erwärmung aufgehört hat, an seinen obern Theilen nothwendig geschwinder als an den untern abkühlen, wenn er oben und unten mit gleich kühlen Materialien in Berührung steht.

Die Herren Pictet und Senebier haben nicht nur dieses alles durch Versuche wirklich so gefunden, sondern auch bemerkt, daß das am obern Ende der messingenen Stange befindliche Thermometer binnen der ersten Abkühlungsminute noch um $0^{\circ},2$ stieg, indess das Thermometer, welches am untern Ende angebracht war, während gedachter Minute um $0^{\circ},1$ fiel.

Auch dieses erklärt sich leicht aus dem Obigen. Alle Theile der Stange, (mithin auch ihre beiden Enden,) mußten zwar in dem Momente, in welchem Herr Pictet sein Brennglas bei Seite legte, anfangen sich abzukühlen, da sie mit andern Kühlern Körpern in Berührung waren: allein derjenige Wärmeüberschuß, welchen die Stange in den letzten Au-

genblicken ihrer Erwärmung durch die Sonnenstrahlen ganz nahe an ihrer Mitte empfangen hatte, konnte sich beim Niederlegen des Brennglases noch nicht durch ihre ganze Länge gehörig vertheilt haben, weil diese Vertheilung nicht plötzlich, sondern nur nach und nach vollbracht wird. Sie mußte also durch die Stange nach allen Richtungen bis an ihre beiden Enden noch vor sich gehen, als das Brennglas nicht mehr wirkte; und dieser an beiden Enden gleichsam zu spät anlangende Wärmeüberschuss würde sich an beiden Thermometern gleich stark, nur aber am obern ein wenig früher, als am untern gezeigt haben, wofern die ganze Stange nicht während dieser Zeit schon einen Theil ihres Wärmeüberschusses an die Glasröhre und andere sie berührende Körper abgesetzt hätte. Wenn daher das untere Thermometer binnen der ersten Abkühlungsminute um gar nichts, das obere hingegen nur um $0^{\circ},2$ stieg, so lag der Grund hiervon nur allein darin, daß die Vertheilung des Wärmeüberschusses, obiger Erklärung zu Folge, aufwärts überhaupt geschwinder als abwärts von Statten ging; denn die gleich kühlen Materien, mit welchen die Stange in Berührung stand, bestrebten sich gewiss, den beiden Enden derselben während jener ersten Minute gleich viel Wärme zu entziehen. Da aber in dieser Zeit der Theil des Wärmeüberschusses, der im letzten Erwärmungsmomente an der Mitte der Stange eingetreten war, nach dem obern Ende zu geschwinder, als nach dem untern zu vertheilt wurde, so mußte

das obere Thermometer nach Ablauf dieser Minute ein wenig mehr Wachsthum der Wärme als das untere zeigen. Gewiß würde auch das untere Thermometer gestiegen seyn, nur nicht so viel als das obere, wenn die Abkühlung überhaupt schwächer gewesen wäre, als der Wärmeüberschuss, welcher während erwähnter Minute aus der Mitte der Stange bis zu deren Enden gleichsam noch nachgeschoben wurde.

Bisher ist zur Erläuterung des in Rede stehenden Phänomens zwar angenommen worden, daß die Erwärmung der Mitte des Cylinders nur eine sehr kleine Zeit hat währen sollen. Allein man kann auch diese sehr kleine Zeit, wie leicht zu erachten, sehr viele Mal zusammen setzen, und folglich die Erwärmung eine längere Zeit, oder so lange, als man will, dauern lassen, ohne befürchten zu dürfen, daß dann das Phänomen der aufwärts geschwinder als abwärts gehenden Wärme sich nicht so leicht, als oben geschehen ist, werde erklären lassen. Man setze nämlich, die angenommene sehr kleine Erwärmungs- und Vertheilungszeit habe nur eine Sekunde gedauert, und im ersten Theile derselben sey ag in den Zustand von mn , im zweiten hingegen mn in den Zustand von $\mu\rho$ versetzt worden. Hat man also zu Anfang der zweiten Sekunde wirklich $\mu\rho$ statt ag erhalten, so setze man jetzt $\mu\rho$ statt ag , um im ersten Theile dieser zweiten Sekunde ein größeres mn , und im zweiten ein größeres $\mu\rho$ zu erhalten. Nimmt man nun ferner zu

Anfang der dritten Sekunde dieses größere $\mu\rho$ auf neue statt ag , so erhält man im ersten Theile derselben abermahls ein größeres mn und im zweiten ein größeres $\mu\rho$, welches man aufs neue in der vierten Sekunde vergrößern kann, und so ferner. Statt einer Sekunde kann man aber auch jede andere Zeit setzen, die kleiner als jede gegebene ist, und so kann man sich die Erwärmung und Vertheilung der Wärme für jede große Erwärmungszeit aus eben den Gesetzen begreiflich machen, aus welchen wir uns diese Sache bloß für die Zeit von einer Sekunde verständlich gemacht haben.

Aus allen diesen Beobachtungen geht ferner hervor, daß die kleinsten Theile der Körper und Materien, wenigstens während ihrer Erwärmung und Abkühlung, in einer steten *oscillirenden Bewegung* begriffen sind. Denn in dem zweiten Momente der sehr klein angenommenen und ununterbrochen auf einander folgenden Erwärmungszeiten müssen sich die in den ersten Momenten, wie in mr , aus einander getriebenen Schwerpunkte alle Mal in die regelmäßigen Lagen, wie in $\mu\rho$, begeben, indem die Wärme, die den Cylinder nur an einer kleinen Stelle unmittelbar trifft, durch ihn regelmäßig vertheilt wird. So bald aber z. B. r und q sich einander wieder nähern, werden sie von der neu hinzu tretenden Wärme wieder weiter als vorher aus einander getrieben. Daher muß allerdings zwischen den Schwerpunkten der kleinsten Theile der Körper, oder auch zwischen diesen kleinsten Theilen selbst, stets eine *oscillirende*

Bewegung obwalten, so lange sie erwärmt werden, und eben diese Bewegung muß noch dazu so lange wachsen, als die Erwärmung dauert, oder vielmehr, so lange sie verstärkt wird. Während ihrer Abkühlung hingegen werden die nach Maafsgabe des abnehmenden Wärmeüberschusses in $\mu\phi$ zu weit aus einander stehenden Schwerpunkte, durch die nun wieder das Uebergewicht äussernde Cohäsion und Gravitation alle Augenblicke näher zusammen gezogen, und zwar, da beide accelerirende Kräfte sind, in jedem Momente zu viel. Folglich muß der Wärmeüberschuss, der sich noch nicht andern Materien mitgetheilt hat, sich dem *plus* des Zusammenfahrens in jedem Momente widersetzen, das ist, er muß die zusammen fahrenden Theilchen alle Augenblicke wieder aus einander treiben, und solcher Gestalt auch bei der Abkühlung eine beständige Oscillation derselben unterhalten, wiewohl die Grösse oder Energie dieser Oscillationen wegen der negativ wachsenden Wärme im Abkühlungsfalle nach und nach immer kleiner und kleiner werden muß.

Da jedoch die Wärme in keiner Materie gleich 0, folglich die Wirkung der Cohäsion ihrer Theile in Vergleichung mit ihrer Wärme nie unendlich groß werden kann, wie ich im *Lucifer*, S. 46 — 52 und 148, hinlänglich dargethan zu haben glaube: so wird ferner folgen, daß eine solche oscillirende Bewegung der kleinsten Theile der Materie auch sogar in allen denjenigen Körpern, die weder in Erwärmung noch in Abkühlung begriffen sind, beständig Statt

finden muß, und daß sie in ihnen so lange von gleicher Energie bleibt, als die Materie weder an andere Wärme abgiebt, noch von ihnen empfängt. Denn irgend einmahl müssen sie die in ihnen obwaltende Wärme erhalten haben, so stark oder schwach sie auch seyn mag: dadurch sind ihre kleinsten Theile auf die hier beschriebene Art in die ihnen eigene Oscillation versetzt worden, und diese müssen offenbar beständig fort dauern, da Anziehung und Wärme in diesem Falle gleiche Größen sind, welche einander alle Augenblicke gleichsam aufheben, die Anziehung aber eine accelerirende Kraft ist, und überdies hierbei nichts, was Friction bewirkt, gedacht werden kann. Die Wärme stellt hier gleichsam den Stoß bei dem Pendel, und die Cohäsion oder Gravitation die Fallkraft vor.

3.

Die Theile der *Gasarten* äußern erwiesener Massen keine Cohäsion gegen einander. Auf sie ist also die bisherige Erklärung nicht anzuwenden. Daß auch in ihnen die Wärme mehr aufwärts als abwärts geht, lehrt die tägliche Erfahrung. In einer gut umhüllten Luftsäule, wie etwa in einer wohlverwahrten Stube, wird die Luft nahe an der Decke weit früher als am Fußboden merklich erwärmt, obgleich das Ofenfeuer viel näher an diesem als an jener brennt. Schon längst ist die Ursache, die hier das geschwinde Aufsteigen der Wärme bewirkt, keinem Naturforscher mehr unbekannt.

Indem die untere, am heißen Ofen schwebende Luft alle Augenblicke mehr erwärmt, folglich mehr locker wird, als die obere, muß sie durch diese, zu Folge der hydrostatischen oder aërostatischen Gesetze, beständig, so lange das Feuer im Ofen lebhaft genug brennt, empor steigen, mithin die Wärme immer nur hauptsächlich aufwärts führen, bis sie, weil sie dort nicht weiter fort kann, wegen ihrer größern Spannung, von der Decke wieder zurück getrieben wird, um der nachfolgenden Platz zu machen, und sich auf solche Weise der untern kühlen wieder beizumischen. Allein man kann hierbei fragen, wie hoch die Wärme in der freien unumhüllten Atmosphäre empor steigt, und woher es kommt, daß nicht schon längst die unten an der Erde oft ungemein stark erhitze Luft die meiste Wärme bis zu jenen hohen Regionen empor gehoben habe. Denn daß die obern Regionen der Atmosphäre im Ganzen genommen minder warm als die untern sind, lehren unzählige Erfahrungen. . . .

Daß der empfindbare Wärmeüberschuß eines Luftvolumens sich nach der horizontalen Richtung nach demselben Gesetze als nach der vertikalen Richtung durch die Atmosphäre vertheile, das wird aus folgenden Versuchen erhellen.

Ich hing zwei Thermometer so auf, daß das freie Kugelchen des einen um 2', das Kugelchen des andern hingegen nur um 1' von dem Mittelpunkt einer zwischen ihnen hangenden eisernen Kugel, die 5½ Pfund wog, in horizontaler Richtung entfernt

blieb. Beide zeigten anfänglich die Temperatur der Luft, welche damals an dem Orte, wo ich den Versuch machte, 68° F. betrug. Als ich aber die eiserne Kugel auf einem weit genug abgelegenen und abgesonderten Herde glühend gemacht, und sie dann an die bezeichnete Stelle zwischen die Thermometer hingehängt hatte, fingen beide sogleich an zu steigen, und erreichten binnen 1 Minute schon ihr Maximum, welches an dem entferntern 69° , an dem nähern hingegen 75° betrug. Beide begannen dann sofort wieder zu fallen, dieses mit sichtbaren merklichen Schritten, jenes mit fast unmerklichen. Vermöge mehrerer Hauptstücke meines *Lucifer* nehme ich nun als erwiesen an, daß bei gleichen Barometerständen das Wachsthum eines jeden Volums guter atmosphärischer Luft, sich wie das Wachsthum seiner Wärme verhält. Will man daher annehmen, daß innerhalb unsrer gewöhnlichen Scale sich das Quecksilber durch die Wärme nach demselben Gesetze ausdehnt, als die Luft, so verhielt der ganze Wärmeüberschuß, den die Luft 1 Fuß weit von dem warmen Körper empfing, sich zu dem Wärmeüberschuß, welcher der 2 Fuß weiten Luft gleichzeitig ertheilt wurde, wie $75 - 68 : 69 - 68$ oder wie 7 : 1. Beobachtungsfehler von 0,1 Grad sind hierbei unvermeidlich und sie haben schon einen bedeutenden Einfluß auf dieses Verhältniß. — Ich hing darauf die Thermometer gerade über die eiserne Kugel in den erwähnten Abständen von ihrem Mittelpunkte, jedoch so, daß

die Wärme noch am untern vorbei und geraden Weges zum obern gelangen konnte. Während die eiserne Kugel aufs neue glühend gemacht wurde, hatte sich die Luft am Beobachtungsorte wieder völlig bis 68° abgekühlt, so bald aber die Kugel in die vorher genau bezeichnete Stelle aufgehängt wurde, fingen beide Thermometer abermahls ungemein schnell an zu steigen. Sie erreichten das Maximum wieder in 1 Minute; es betrug jetzt am untern 115° , am obern 75° . Es verhält sich aber wiederum $115 - 68$ oder 47 , zu $75 - 68$ oder 7 , wie $6,7 : 1$, so daß dieses Verhältniß wenig genug vom vorigen abwich. Hierbei muß ich eines besondern Phänomens gedenken, das sich späterhin, während des Abkühlens der eisernen Kugel, zeigte. Das untere Thermometer fing, wie gesagt, schon in der zweiten Minute, nachdem es den höchsten Stand erreicht hatte, wieder an zu fallen. Allein dieses Fallen geschah nicht nur nicht stetig, sondern auch nicht einmal immer positiv, indem es vielmehr durch ein ziemlich schnell abwechselndes Fallen und Steigen vollbracht wurde, wobei jenes jedoch alle Mal ein wenig mehr als dieses betrug. Anfänglich ging es oft in wenigen Sekunden wohl um 4 bis 5° herab, und stieg sodann eben so geschwind beinahe um 4 bis 5° wieder hinauf. Hernach aber wurden diese Schwankungen allmählig kleiner, wobei sie jedoch stets in der gedachten sehr kurzen Zeit ihre Wechsel vollendeten. Von 115° bis 100° sah ich ihnen zu: dann riefen mich andere Geschäfte ab. Am

obern Thermometer bemerkte ich dergleichen Schwankungen nicht, vermuthlich, weil sie hier zu klein waren. In der grossen hohen Stube war nicht der geringste Luftzug, und ich verhielt mich bei den Thermometern völlig ruhig. Dürfte ich eine Vermuthung hierüber wagen, so würde ich dafür halten, daß die Energie der Wärmeoscillationen des heissen sich abkühlenden Eisens, ungefähr aus eben solchen, oder doch ähnlichen Ursachen, durch schnelle Abwechselungen von Stärke und Schwäche sinke, wie die Energie der Klangoscillationen mancher grosser Glocken durch einen schnellen Wechsel von verstärktem und geschwächtem Brummen sich allmählig verliert, nachdem man aufgehört hat, sie zu läuten.

Nach der vertikalen Richtung war also die Wirkung der heissen Kugel viel grösser, als nach der horizontalen; das Maximum der Wärme hatten aber die beiden Thermometer dennoch in beiden Fällen schon nach Verlauf einer Minute, folglich zu gleicher Zeit erreicht; und eben so zeigten auch die Thermometer in beiden Fällen, daß der in verschiedenen Abständen von der heissen Kugel empfindbar gewordene Wärmeüberschuss im verkehrten Verhältnisse des Würfels dieser Abstände stand. Denn beide beobachtete Verhältnisse $7:1$ und $6,7:1$ sind so wenig von $8:1$ verschieden, daß sie sich Irrthümern der Beobachtung zuschreiben lassen. Wir wollen nun nachforschen, aus welchen Ursachen dieses alles auf solche Weise hat geschehen müssen.

Dafs die Erwärmung nach oben stärker als nach den Seiten erfolgte, geschah, weil die an der heifsen Kugel herum liegende Luft verdünnt wurde, und in die Höhe stieg, während minder warme Luft von den Seiten her an ihre Stelle trat, um ebenfalls wärmer zu werden und in die Höhe zu steigen. Daher mußte die Luft nach horizontaler Richtung in bestimmten Abständen von der Kugel allerdings minder warm, als in gleichen Entfernungen über ihr werden.

Hätte ich eine Luftkugel von einem Fufse im Radius mit einer zwar nachgebenden, aber gar nicht wärmeleitenden und an den Fußboden befestigten Hülle umgeben, und ihre Wärmeenergie im Mittelpunkte derselben innerhalb einer Minute auf das Achtfache bringen können: so würde sie sich dadurch in einen kugelförmigen Raum von zwei Fufs im Radius ausgedehnt, und ihre achtfache Wärme während gedachter Minute durch sich selbst vertheilt, folglich am Ende der Vertheilung in allen ihren Theilen einerlei Wärmeenergie, nämlich alenthalben die achtfache, gezeigt haben. Dagegen war in den eben beschriebenen Versuchen die sich erwärmende Luft nicht umhüllet, und leitete daher den ihr alle Augenblicke aufs neue mitgetheilten Wärmeüberschufs in eben demselben Verhältnisse nach allen Gegenden weiter fort, in welchem er von der heifsen Kugel zugeführt wurde. Theilt man die ganze Erwärmungszeit in gleiche sehr kleine Theile, und denkt sich, dafs in jedem solchen

Zeittheile die Erwärmung abatzweise plötzlich erfolge, so wird in jedem solchen Zeittheile die von der Kugel ausgehende Wärme zuerst bloß das anfängliche einfache, bald hernach aber das ganze achtfache Luftvolumen gleichförmig erfüllen, und zwar wird ersteres offenbar mit acht Mal mehr Energie, als letzteres geschehen müssen. Erfolgt im zweiten Zeittheile neue Wärme aus der heißen Kugel, so hat indess die erste sich schon weiter verbreitet: folglich kann diese zweite Wärme anfänglich sich wieder nur durch das einfache Luftvolumen vertheilen; bald hernach aber geschieht es wieder durch das achtfache Luftvolumen, und so fernern. Hiernach ist es leicht abzusehen, daß ein Thermometer an der Gränze des achtfachen Volumens beständig acht Mal weniger Wärmeüberschuß zeigen muß, als ein anderes, das an der Gränze des einfachen Volumens hängt. Nach der vertikalen Richtung fällt zwar bei solchen Versuchen die Gränze so wohl des einfachen als auch des achtfachen Luftraums für einen bestimmten Wärmeegrad weiter von dem Mittelpunkte der Erwärmung hinweg: allein da hier die Volumina auch als Kegel von gleichen Scheitelpunkten betrachtet werden können, deren Scheitelpunkte im Erwärmungspunkte, ihre Grundflächen aber in den Thermometerkugeln liegen, diese umgekehrten Kegelräume aber wie die Würfel ihrer Höhen wachsen; so sieht man, daß auch hier ein gewisser bestimmter Wärmeüberschuß in dem Luftkegel von einfacher Hö-

he acht Mal mehr Energie, als in dem Luftkegel von doppelter Höhe haben muß.

So ungefähr kann man sich die Vertheilung der Wärme durch die Atmosphäre dem Raume nach vorstellen. Bedenklicher ist es, die *Geschwindigkeit* bestimmen zu wollen, womit sich die an einem gewissen Orte erregte Wärme durch die Atmosphäre vertheilt. Indessen wollen wir doch der bisher verfolgten Spur weiter nachgehen, und zusehen, ob sich nicht auch ein Weg zu einer, wenigstens wahrscheinlichen, Bestimmungsmethode dieser Geschwindigkeit finden läßt.

Aus meinen obigen Betrachtungen über die Versuche der Herren Pictet und Senebier erhellt, daß in tropfbar-flüssigen und festen Materien die Vertheilungsgeschwindigkeit der Wärme hauptsächlich von der Cohäsion und von der Gravitation abhängt, folglich desto geschwinder von Statton gehet, je stärker diese beiden Kräfte in dergleichen Materien wirken, und je weniger die innerliche Struktur derselben krySTALLINISCH ist. Berechnen läßt sich aber dort freilich nichts, weil man weder die GröÙe der Cohäsionswirkung noch die innerliche Struktur der Theile solcher Materien gehörig kennt. Bei der guten atmosphärischen Luft hingegen fällt Cohäsion und KrySTALLISATION gänzlich hinweg, und es bleibt zu gedachter Vertheilung nur noch die Wirkung der Gravitation übrig, deren GröÙe wir in jedem Falle bestimmen können.

Setzt man, daß ein am Horizonte befindliches Luftvolumen, von einem Decimalzoll Durchmesser, auf einmahl plötzlich tausendfach warm werde, so wird es sich plötzlich in ein Volumen von einem Fulse im Durchmesser ausdehnen, und in allen seinen Theilen tausend Mahl mehr Wärmeenergie, zugleich aber auch tausend Mahl weniger Dichte als die anliegende Luft besitzen, und dabei müßte ein entsetzlicher Knall entstehen, da die freie Luft nach einer jeden Richtung um einen halben Fuß weit plötzlich fortgedrängt würde. Setzen wir ferner, dieses heiße und aufgeloockerte Luftvolumen bleibe für dieses Mahl an seiner Stelle, und steige nicht in die Höhe, so nimmt die Vertheilung der Wärme, und die Verdichtung dieser tausendfach verdünnten Luft, sogleich ihren Anfang, indem gleichsam die ganze Atmosphäre den 999fachen Wärmeüberschuß in sich aufnimmt und gleichmäßig verbreitet. Nun kann aber diese Verbreitung anders nicht vollbracht werden, als dadurch, daß die Theilchen der anliegenden kühleren Luft, oder die Schwerpunkte dieser Theilchen, sich allenthalben in gleiche, jedoch etwas größere Abstände als zuvor, von einander setzen, so wie das vorhin an der messingenen Stange gezeigt worden ist. Man darf nur die wechselseitigen Entfernungen der Schwerpunkte in *ag*, *mn*, *μρ*, Taf. IV, mit einander vergleichen, und sie nach allen Richtungen, so wie sie dort nach vertikaler Lage sind, denken, um die durch die freie Atmosphäre fortschreitende Wärmevertheilung sich

einiger Massen sinnlich zu machen. Nach der ersten sehr kleinen Vertheilungszeit wird sich der 999fache Wärmeüberschuss in das doppelte Luftvolumen, nach der zweiten in das dreifache und so weiter verbreiten. Die Energie desselben wird dabei in eben dem Verhältnisse schwächer, und sämtliche Theile der Atmosphäre, so weit er sich verbreitet, werden allenthalben in eben dem Verhältnisse weiter aus einander getrieben, in welchem die Theilchen des mittlern, anfänglich ganz heißen, Luftvolumens sich wieder beinahe in ihr erstes Volumen zusammenziehen. Dieses kann aber, da bei der schnellen Abkühlung und Erschlaffung die ganze darüber stehende Luftsäule gleichsam plötzlich losgelassen wird, mit keiner andern Geschwindigkeit, als mit der des Luftschalles geschehen, das ist, nur mit derjenigen, die ein frei fallender Körper erlangt, wenn er aus einer Höhe herab fällt, wo sich die am Horizonte beobachtete Barometerhöhe zur Hälfte verkürzt, wovon man sich im *Lucifer*, S. 441 — 446, deutlicher überführen kann. Da nun der Luftschall, nach Seite 498 des *Lucifer*, in der horizontalen Richtung nahe am Erdboden bei einer Temperatur von ungefähr 70° bis 72° F. und 28'' Barometerhöhe, binnen einer Sekunde 1040 pariser Fuß weit gehet, so wird sich auch die horizontale Vertheilung der Wärme in einer Sekunde durch ein Luftvolumen von 1040 pariser Fuß im Radius erstrecken. Nun verhält sich aber dieses Volumen zu jenem, worin die unvertheilte Hitze noch beisammen

sammen war, und welches einen Fuß im Durchmesser hatte, wie 2080^3 zu 1, das ist, wie 8998912000 zu 1. Mithin kann man freilich die Wärme 1000 Fuß weit von diesem heißen Luftvolumen in der horizontalen Richtung weder am Gefühle, noch an einem Thermometer bemerken, auch wenn die einfache Wärme 70° F. wäre, und das erhitzte Luftvolumen sie anfänglich 1000 Mal enthielte. Dieses gilt von der Verbreitung des Wärmeüberschusses eines nicht steigenden heißen Luftvolumens nach horizontaler Richtung. Nach vertikaler Richtung dürfte die Verbreitung wohl höher nicht, als bis zu derjenigen Luftregion sich erstrecken, in welcher das Barometer nur halb so hoch als am Horizonte steht, weil sie mit eben den Kräften vollbracht wird, mit welchen sich der Schall durch die Luft verbreitet. Einen Schall oder Klang kann sie jedoch nicht verursachen, weil ihre Oscillationen nicht wie die Schallpulse in successiven und wechselsweisen Verdichtungen und Auflockerungen bestehen, sondern bloß eine gleichförmig successive Auflockerung darstellen, die sich beim Abkühlen in Verdichtung verwandelt, und weil bei der Verbreitung des Luftschalles die Schallpulse nur im Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernung vom schallenden Körper, bei der Vertheilung der Wärme hingegen die gleichförmige Auflockerung im Verhältnisse des Würfels der Entfernung vom wärmenden Körper, geschwächt werden. Wenn jedoch die Luft irgendwo sehr schnell abwechselnd stark und schwach erhitzt,

wird, so kann die Vertheilung dieser Hitze gar wohl mit einem Geräusche erfolgen, und mir dünkt, ein solches ziemlich schauervolles, von dem gewöhnlichen Prasseln ganz verschiedenes Geräusch bei sehr heftiger Gluth auch wirklich schon bemerkt zu haben.

Aus dieser geschwinden Vertheilung der Wärme durch die Luft erhellt nun auch sogleich, warum ein warmer Körper, der im Focus eines Brennsiegels ruhet, im Focus eines andern ihm gerade entgegen stehenden und oft weit entfernten Brennsiegels fast augenblicklich eine sehr empfindbare Wärme bewirkt. Es werden nämlich gerade so, wie die Schalloscillationen, auch die Wärmeoscillationen der Luft aus dem Focus des einen Brennsiegels in den Focus des andern zusammen geleitet.

Wenn daher die Krümmung eines jeden dieser beiden Spiegel 30 Grad betrüge und keine Seitenzerstreuung der Wärme dabei Statt fände, auch die Spiegel selbst nicht ein wenig mit erwärmt würden; so müßte, da der Focus bei jedem um den halben Radius von der Spiegelfläche absteht, genau ein Sechstel der ganzen Wärme des heißen Körpers an das im Focus des zweiten Spiegels befindliche Thermometer gelangen, und zwar äußerst geschwind, weil die Wärme am Horizonte in einer Sekunde ungefähr 1040 pariser Fuß weit gehet. Allein die Spiegel machen es hier mit der Wärme, wie ungefähr die Sprachröhre mit dem Luftschalle; sie verhindern nicht, daß nicht die Wärme sich zum Theil

von der ihr gegebenen Hauptrichtung beträchtlich zu den Seiten verbreite.

Befindet sich Eis im Focus des ersten Brennsiegels, indess die Luft und das Thermometer mäßig warm sind, so werden zwar die Wärmeoscillationen, die an die Spiegel fahren und zurück prallen, jetzt beträchtlich geschwächt, und ihre Energie wird, gegen die Energie der Wärmeoscillationen der äussern umhüllenden Luft gehalten, gleichsam negativ seyn: allein die Vertheilung dieser gleichsam negativen Wärme, welche doch immer noch Wärme ist, folglich Oscillationen hat, muß dennoch nach eben den Gesetzen, und mit der Geschwindigkeit erfolgen, mit welcher die Vertheilung der positiven oder weit stärkern Wärme erfolgt, weil ihre Fortpflanzung und die Geschwindigkeit derselben nicht von der Stärke oder Schwäche der Oscillationen, sondern lediglich von der Differenz abhängen, um welche sie von der Stärke der Wärmeoscillationen der benachbarten Luft abweichen, und von der Geschwindigkeit eines aus der vorhin erwähnten Höhe herab fallenden Körpers.

Eine spiegelnde Glastafel zwischen beide Spiegel gestellt, wirft die parallel zu ihr gelangenden Wärmeoscillationen der Luft, sie mögen erwärmen oder abkühlen, grössten Theils gegen den ersten Spiegel wieder zurück und bildet gleichsam ein Ermungs- oder Abkühlungsecho. Doch nimmt sie einen kleinen Theil dieses Ueberschusses selbst an, wird ein wenig wärmer, oder kälter, als die ge-

rade hinter ihr liegende Luft, und dadurch wird auch das Thermometer afficirt. Ist die vordere Fläche der Tafel matt oder rauh, so kann sie eben so wenig ein Erwärmungs- oder Abkühlungsecho machen, als eine Friesstapete ein Schallecho; vielmehr wird sie selbst beträchtlich erwärmt oder abgekühlt, und durch sie das Thermometer im Focus des zweiten Spiegels. Sie theilt ihre von vorn erhaltene Wärme oder Kälte nur hinterwärts und nicht seitwärts mit, weil der erste Brennspiegel die Erwärmungs- oder Abkühlungsofcillationen nicht völlig parallel, sondern beträchtlich divergirend reflectirt, weshalb die Luft an den Seiten der Tafel für sich schon eben so warm oder kalt, als die Tafel selbst ist, folglich von dem Ueberschusse, den diese alle Augenblicke von vorn erhält, nichts annehmen kann; sie überläßt daher diesen Ueberschuß bloß der gerade hinter der Tafel befindlichen Luft. Könnte man Versuche dieser Art in der Torricellischen Leere anstellen, oder eine solche Leere, die so groß als gedachte Tafel wäre, zwischen die beiden Brennspiegel stellen, so würde die von dem ersten Spiegel reflectirte positive oder negative Wärme gewiß nie bis zu dem zweiten gelangen, und mithin gewiß kein Steigen oder Sinken des daselbst befindlichen Thermometers bewirken.

Jeder positive und negative Wärmeüberschuß der Luft, er mag nun strahlend oder successive fortwandelnd heißen, geht nach der horizontalen Richtung in jeder Sekunde, wie der Schall, ungefähr

1040 pariser Fuß weit, ist aber freilich zehn Fuß von dem wärmenden Körper schon tausend Mal schwächer als einen Fuß weit von ihm, wenn keine Hohlspiegel und keine Röhren diese Schwächung verhindern. Hierdurch erklärt das oscillirende An-
einanderrücken der Lufttheilchen, die sich besonders mit Hülfe der Brennspiegel durch das in ihrer Nähe befindliche Eis abkühlen, auch den zweiten Erfolg in den obigen Versuchen, der sich aus der Hypothese eines Wärmestoffs nicht genügend ableiten läßt.

Refraction der Wärme giebt es hiernach nicht, auch sogar nicht, wenn man die so genannte strahlende Wärme durch silberne oder goldene Linfen gehen läßt.

Man sieht wohl, daß ich bei dieser Betrachtung die bekannten merkwürdigen Resultate der von Hrn. Pictet in seinen *Essais de Physique* beschriebenen Versuche, die diese strahlende Wärme betreffen, vor Augen gehabt habe. Seite 63—67 des *Lucifer* habe ich daher die Meinung geäußert, daß das auf einen Körper fallende Licht von ihm entweder positiv oder negativ erwärmt werden könne, und daß also wahrscheinlich dieses den positiven oder negativen Wärmeüberschuß aus dem Focus des einen Brennspiegels in den Focus des andern mit seiner bekannten Geschwindigkeit herübertrage. Auch habe ich in angeführter Stelle unfreideutschen Naturforscher, die etwa gedachte Schrift ihrer Aufmerksamkeit würdigen, und mit Herrn

Pictet freundschaftliche Korrespondenz unterhalten, ersucht, ihn dahin zu vermögen, daß er den hierher gehörigen Versuch noch ein Mal, erst mit einer schwarzen, dann mit einer weißen Kugel wiederhohle, die in beiden Fällen gleich warm wäre, und zusehe, ob im Focus des zweiten Brennsiegels die so genannte strahlende Wärme immer einerlei sey, oder nicht. Denn, (setzte ich dort hinzu,) wenn sie wirklich in beiden Fällen gleich stark sich zeigte, so könnte die Wärme nicht mit Hülfe des Lichtes aus dem Focus des einen Brennsiegels in den Focus des andern gelangen, und man wäre dann wohl gezwungen, sie als einen besondern materiellen Stoff, der sich bald strahlend, bald langsam fortpflanzt, zu betrachten. Allein da ich in der Folge wohl einsah, daß es ungemein lange dauern würde, ehe Herr Pictet von diesem Gesuche etwas in Erfahrung bringen dürfte, so machte ich den Versuch selbst.

Ich bediente mich dazu zweier ganz gut geschliffener Brennspiegel, welche die hiesige Universität besitzt, und von denen der eine aus Glockenmetall, der andere aus Messing bestehet. Jener hält im Durchmesser 12'' 7''', dieser 13'' rheinisch. An meinem Luftthermometer betrug die Scale von 30°, welche ich zwischen 50° und 80° bestimmt hatte, mehr nicht, als 2'' 8''' pariser Maaßes, weil die Kugel desselben kaum 3''' im Durchmesser hielt, folglich, im Verhältnisse zu dem zwei Fuß langen Röhrchen von ziemlich weitem Kaliber,

sehr klein war. Die darin enthaltene Luft hatte ich mit einem dunkelblau gefärbten Wassertropfchen gesperrt.

Nun stellte ich die beiden Spiegel in der Weite von 22' rheinisch einander gegen über. Um den Focus des zweiten, der die parallel gemachte Wärme concentriren sollte, genau zu finden, verfinsterte ich anfänglich meine Stube vollkommen, und befestigte die kleine Flamme eines Nachtlights in dem Focus des ersten, worauf ich den zweiten so lange richtete, bis das Bild gedachter Flamme im Focus desselben scharf begrenzt erschien. In dieses Bild rückte ich das Kügelchen meines Luftthermometers, welches ich zu diesem Behufe in horizontaler Lage auf ein Stativ befestigt hatte, so, daß ich es vermittelst einer Stellschraube hoch oder niedrig, und mithin genau in das erwähnte kleine Flammenbild stellen konnte. Hierauf machte ich die Stube wieder hell, stellte eine große hölzerne Tafel von der Dicke der gemeinen Bretter zwischen die Spiegel, und hing die oben erwähnte eiserne Kugel fast glühend in den Focus des ersten Brennspiegels, nachdem sie längst vorher schon mit einer aus geschabter Kreide und Gummiwasser gemachten Rinde überzogen worden war.

So bald mein Gehülfe die Tafel hinweg zog, fing auch die Luft im Thermometer sichtlich an, sich auszudehnen, und so bald er sie wieder vorschob, sichtlich sich zusammen zu ziehen. Dieses ließ ich ein Paar Mal geschehen, dann aber blieb

die Tafel fort, und nun dehnte sich die Luft im Thermometer binnen zwei Minuten von $67^{\circ},5$ bis 72° aus. Dieses war das Maximum, und sie zog sich nun sofort allmählig wieder zusammen, so wie die heiße Kugel im Brennraume des ersten Spiegels ihren Wärmeüberschuß an die Luft und andere Materien verlor.

Ich bürstete darauf die Kreidenrinde von der schwarzen eisernen Kugel ab, verwandelte die helle Stube wieder in eine vollkommen finstere Kammer, und hing die nun abermahls fast glühend heiß gemachte Kugel in den Focus des ersten Brennspiegels, nachdem die hölzerne Tafel zwischen beide Spiegel geschoben war. Ich selbst stand mit meinem schwach brennenden Nachtlichte in der Hand, so an der Thermometerscale, daß mein Körper gerade zwischen die heiße Kugel und mein Nachtlicht zu stehen kam, folglich keinen Strahl von diesem gegen die heiße Kugel fortließ. Der Erfolg dieses Versuchs war genau der vorige. Die Luft in dem Thermometer fing ebenfalls gleichsam augenblicklich an, sich auszudehnen, oder zusammen zu ziehen, so bald mein Gehülfe die Tafel hinweg zog, oder wieder zwischen die Spiegel schob, und bei gänzlicher Entfernung derselben dehnte sie sich binnen zwei Minuten von 68° bis $72^{\circ},5$ aus, welches das Maximum der Ausdehnung war. Die ganze Temperatur der Stube war durch den vorigen Versuch um $0^{\circ},5$ erhöht worden.

Aus diesen beiden Versuchen geht nun zwar klar hervor, daß die so genannte strahlende Wär-

me keinesweges mit Hülfe des Lichts, wie ich ehemahls fälschlich vermuthete, aus dem Focus des einen Brennspiegels in den Focus des andern getragen wird. Allein aus den voran gehenden Untersuchungen erhellet zugleich, dafs man deßhalb doch noch nicht gezwungen ist, einen besondern materiellen Wärmestoff gleichsam zu erschaffen, blofs, um diese so genannte Strahlung der Wärme erklären zu können; denn diese Wärme wird, wie wir gesehen haben, mit Hülfe der Luft so geschwind, als der Luftschall, von einem Brennspiegel zum andern getragen, fast eben so, wie in einem sehr langen Sprachgewölbe der Schall von der Luft aus einem Focus in den andern gebracht wird, indem ohne Hülfe der Luft ganz gewifs auch keine strahlende Wärmevertheilung irgendwo Statt finden mag.

Ferner scheint auch aus den bis hierher fortgesetzten Betrachtungen zu folgen, dafs diejenige Quantität empfindbarer Wärme, die der Erdball mit Inbegriff seiner Atmosphäre zu Anbeginn besessen hat, jetzt noch immer dieselbe ist, und dafs, im Ganzen genommen, überhaupt weder eine Vermehrung noch Verminderung derselben Statt findet, obgleich die Sonnenstrahlen täglich die Atmosphäre so wohl, als den Erdboden beträchtlich erwärmen.

Man erlaube mir daher, die Gründe, die eine solche Vermehrung oder Verminderung der Wärme, im Ganzen genommen, bestreiten, hier noch mit wenigen Worten anzuzeigen.

1°. Der von den Sonnenstrahlen in der Atmosphäre und in allen gasartigen Materien am Tage erzeugte oder gleichsam lebendig und empfindbar gemachte Wärmeüberschuss wird in der Nacht wieder aufs neue gebunden. Denn die Freiheit oder das Leben desselben zeigt sich uns bloß durch Ausdehnung ponderabler Materien, hier durch Ausdehnung der Luft. Zwar erkennen wir diesen Ueberschuss, er mag positiv oder negativ seyn, auch durch das Gefühl oft genug; allein dieses Gefühl gründet sich selbst auf nichts anderes, als auf die bald grössere, bald kleinere Ausdehnung unsrer Säfte und unsrer Nervenfasern. *Warm* nennen wir eine uns berührende Materie, wenn die Energie ihrer Wärmeoscillationen stärker, als die Energie der unsrigen ist, und wenn sie uns daher von dieser Energie etwas mittheilt; *kalt* dagegen, oder *kühl*, wenn die Energie unsrer Wärme- oder Ausdehnungoscillationen stärker, als die Energie der ihrigen ist, und wir daher, nach den Gesetzen der Bewegung, etwas davon an sie abgeben müssen. Um wie viel nun die Ausdehnungoscillationen der Atmosphäre von den Sonnenstrahlen am Tage verstärkt werden, um eben so viel werden sie des Nachts offenbar wieder geschwächt, und umgekehrt. Wäre 'lauter Nacht, so würde die Dichte und Wärme der Atmosphäre in jeder Höhe für sich unverändert bleiben; da Tag und Nacht wechseln, so stellt die Gravitation des Nachts diejenige Dichte immer wieder her, welche am Tage die Sonnenstrahlen verändert haben. Nun ist aber Tag und

Nacht im ganzen Jahre zusammen genommen auf Erden allenthalben gleich: folglich wird in den Nächten das ganze Jahr hindurch eben so viel Wärme der Atmosphäre getödtet, als an den Tagen erzeugt.

2°. Bei dem Wärmewechsel in tropfbar-flüssigen und festen Materien ist zu erwägen, daß diese Materien bloß durch Wärme und Cohärenz bestehen. Was daher bei der Atmosphäre nur allein die Gravitation bewirken kann, das kann bei ihnen durch Cohärenz und Gravitation zugleich bewirkt werden. Wird die Cohärenz ihrer kleinsten Theile geschwächt, ohne daß sie in Hinsicht der Gravitation eine Veränderung leidet: so muß die Energie ihrer Wärmeoscillationen und ihre Ausdehnung wachsen, welches aber in keiner Materie geschehen kann, wofern sie nicht, so zu sagen, die Nahrung dazu von außen her erhält; das ist, wofern sie andern, sie berührenden Materien, die mehr Wärmeenergie als sie haben, deren keine entziehet, (oder in der chemischen Sprache, keine äußere Wärme bindet). Wo die Wärme- oder Ausdehnungsooscillationen einer festen oder tropfbar-flüssigen Materie so groß und stark werden, daß die Cohärenz ihrer kleinsten Theile dadurch gänzlich aufgehoben wird, verwandelt sie sich eben dadurch in Dampf oder Gas, und ihren Theilen bleibt nur noch die Gravitation übrig, vermöge welcher sie in der Atmosphäre irgendwo bleibt. Bei vielen Materien erhalten diese Ausdehnungsooscillationen freilich nie Stärke genug, um die Cohärenz gänzlich überwinden zu können.

aber da ist auch die Anziehung ihrer kleinsten Theile zu einander stärker, als jede Wärme, die der Mensch oder die Natur auf Erden hervor zu bringen vermag. Umgekehrt wird die Energie ihrer Wärme- oder Ausdehnungsofcillationen geschwächt, wenn die Anziehung der kleinsten Theilchen zunimmt; und dabei muß ihre überflüssige Wärmeenergie, das ist, ihre überflüssige Expansivkraft, nach den ewigen Gesetzen der Mechanik, an andere sie berührende Materien übergehn; folglich Wärme, in der chemischen Sprache, aus ihr entbunden oder frei gemacht werden.

Man kann jedoch auch diese beiden letzten Sätze umkehren, und sagen: eine gewisse Quantität positiver Wärme tödtet oder bindet in einer bestimmten Masse eben so viel Affinitätswirkung, als Affinitätswirkung von eben der Quantität negativer Wärme in dieser Masse wieder erzeugt oder entbunden wird. Bemerken darf ich aber wohl hierbei nicht erst noch, daß man allenthalben, wo von positiver und negativer Wärme die Rede ist, immer nur auf eine gewisse angenommene mittlere Temperatur, in welcher $+$ und $-$ durch 0 übergeht, Bezug zu nehmen hat.

So wenig tropfbar-flüssige Materien aus flüssig-elastischen, und feste Körper aus flüssigen Materien entstehen können, ohne Wärme zu entbinden und sie der Atmosphäre zu überlassen: eben so wenig können sie in den Zustand dieser zurück treten, ohne Wärme zu binden und der Atmosphäre wieder zu entziehen. Ja eine und eben dieselbe Masse kann

sich nicht einmahl von selbst ein wenig auflockern oder ausdehnen, ohne die dazu nöthige Wärme andern sie berührenden Materien zu entziehen, oder verdichten, ohne ihre überflüssige Wärme andern sie berührenden Materien wieder mitzutheilen, wenn nämlich in beiden Fällen die Gravitation ihrer kleinsten Theile indessen ungeändert bleibt. Auf Erden werden aber, im Ganzen genommen, eben so viele tropfbar-flüssige Materien in gasförmige, als gasförmige in tropfbar-flüssige, feste in flüssige, als flüssige in feste verwandelt, und die ausgedehnten eben so oft und eben so stark zusammen gezogen, als die zusammen gezogenen ausgedehnt. Der Erdball behält daher auch in Hinsicht auf den Wärmewechsel der tropfbar-flüssigen und festen Materien, im Ganzen genommen, stets einerlei Wärmequantität.

Wenn jedoch in einem grossen, vormahls wüsten und öden Lande, durch reichliche Bevölkerung und gute Kultur des Bodens, weit mehr Naturprodukte von allerlei Art erzeugt und gross gezogen, als zerstört und aufgelöst werden; so muß die Wärme der Atmosphäre über diesem Lande freilich mehr wachsen, als abnehmen. Daher kommt es wohl auch, daß das Klima derjenigen Länder, die ehemahls grosse Wüsteneien gewesen sind, in der Folge durch die immer höher getriebene Kultur des Bodens und immer vergrösserte Bevölkerung desselben, merklich milder geworden ist, als es vorher war. Sollte also etwa Sibirien einst auch noch europäische Kultur und Bevölkerung erhalten, und sollte dann dieses grosse Land etwa weit mehr Na-

turprodukte erzeugen, als es verzehren und zerstören kann: so dürfte dann die aus Nordosten über unsere Gegenden sich verbreitende negative Wärmevertheilung uns ebenfalls nicht mehr so beschwerlich fallen, als jetzt noch oft, besonders um die Mitte des Maies, das ist, gewöhnlich an den Namenstagen der bekannten drei kältemachenden Heiligen zu geschehen pflegt, indem um diese Jahreszeit hoch im Norden oder Nordosten der gefrorne Boden erst aufthauet, folglich dazu sehr viel Wärme verbraucht, und sie daher zum Theil auch aus unsern Gegenden hierzu durch die Luft abholet. Tief im Herbst hingegen ist im übrigen der Fall umgekehrt, weil dann der Erdboden in den nördlichsten Ländern von Asien und Europa erst wieder völlig gefrieret, und uns den Ueberschuß der dadurch entbundenen, oder frei gemachten Wärme durch die Luft wieder zurück sendet.

5.

Nach aller Erfahrung ist warmes *Wasser* flüssiger, als kaltes, und ein siedend heißer Wassertropfen wiegt weniger als ein fast eiskalter. Hieraus folgt, daß die Cohärenz der kleinsten Theile des *Wassers* durch die verstärkte Wärme ebenfalls geschwächt wird. Nun vermindert sich aber, besonders bei hohen Temperaturen, die Cohärenz der Wässertheile weit geschwinder und stärker, als die Cohärenz der Quecksilbertheile, wenn in beiden das Wachsthum der Wärme gleichen Schritt hält. Mithin zeigt ein Quecksilberthermometer das eigentliche Wachs-

thum der Wärme des Wassers gar nicht richtig, sondern allezeit weniger, als dieses Wachsthum beträgt. Aus diesem Grunde pflegt man zu sagen, das Wasser binde Wärme, indem es eine höhere Temperatur annimmt. Allein dieser Ausdruck will wohl mehr nicht sagen, als: von einer gewissen hohen Energie der Wärme wird Wasser mehr, als tropfbarflüssiges Quecksilber, ausgedehnt. Wärme selbst wird im Wasser eben so wenig als im Quecksilber unthätig, folglich nicht gebunden oder getödtet, sondern bloß zu der mehr als verhältnißmäfsig stärkern Verminderung der Cohärenz seiner Theile, das ist, zu der überverhältnißmäfsigen größern Ausdehnung desselben verwandt, und wird folglich in eben diesem Ueberschusse der Ausdehnung, den das Wasser, gegen Quecksilber gehalten, zeigt, wirksam wieder gefunden. Hält daher wirklich, (wie viele Naturforscher behaupten,) bei Vermischung zweier Wassermengen, die an Massen gleich, an Wärmeenergie aber verschieden sind, die Wärme der Mischung das arithmetische Mittel, nach Graden des Quecksilber-Thermometers gerechnet, zwischen den Wärmen der beiden Massen, so muß freilich in jeder solchen Mischung, während sie erfolgt, ein Theil der Wärme des wärmern Wassers zu jener größern Ausdehnung des damit vermischten kältern verbraucht, folglich gegen das Quecksilber-Thermometer in unsern Augen unwirksam oder gebunden werden. Einige Versuche, die ich in dieser Hinsicht angestellt habe, scheinen indess bei hohen Temperaturen des wärmern Wassers diesem

nicht völlig zu entsprechen. Es wurden mit Wasser von 48° F. Wärme, bei einer gleichen Wärme der Luft, gemischt gleiche Theile Wasser von 158° , 152° , 110° Wärme. Dieses hätte geben sollen Wasser von 103° , 100° , 79° Wärme. Ich erhielt aber 110° , 105° , 80° . Wasser von 100 und weniger Graden, mit Wasser von 48° zu gleichen Theilen vermischt, gab mir jedoch immer das richtige arithmetische Mittel, in so fern man sehr kleine Theile eines Grades nicht füglich mehr unterscheiden kann. Da ich das minder warme Wasser zu dem mehr warmen gegossen habe, so könnte es scheinen, als habe das Gefäß dem kältern Wasser ein wenig zu viel Wärme ertheilt. Dieses widerlegt indess folgender Versuch. Ich füllte das Gefäß, welches aus dünnem Bleche bestand und 24 Loth wog, erst mit siedendem, hernach mit 48° warmen Wasser ganz voll. Von jenem wurde es fast augenblicklich so heiß, daß ich es mit einem dicken Tuche anfassen mußte, um das heiße Wasser geschwind wieder auszugießen, und es eben so geschwind mit 48° warmen Wasser wieder voll zu füllen. Dennoch stieg nun das eingesenkte Thermometer von 48° nur bis $49^{\circ},5$, folglich nur um $1^{\circ},5$. Bei den erwähnten Versuchen machten aber beide Wassermengen zusammen genommen das Gefäß nicht nur bei weitem nicht voll, sondern die Wärme des zuerst eingefüllten wärmern Wassers war auch in allen Fällen bei weitem der Siedehitze nicht gleich, weshalb die Wirkung der ein wenig zu großen Wärme des

des Gefäßes in diesen Versuchen gewiß ganz unmerklich und unmeßbar hat werden müssen.

6.

Das *Resultat* dieses Aufsatzes ist, daß man, um die Phänomene des Wärmewechsels zu erklären, keines besondern Wärmestoffs bedarf, dessen Existenz ohnehin mit mancherlei sehr großen Schwierigkeiten verknüpft ist. Man darf nämlich nur annehmen, daß die positive Wärme nichts weiter ist, als die positive oscillirende Ausdehnung der wirklich ponderablen und allen Menschen in die Sinne fallenden Materien, so wie die negative nichts weiter als die oscillirende Zusammenziehung solcher Materien, in so fern nämlich die Massen derselben dabei weder vermehrt noch vermindert werden. Man muß dabei nur den Satz stets vor Augen haben, daß die bald grössere, bald kleinere Ausdehnung der in mancherlei Art verschiedenen Materien, welche zu einerlei Wärmeenergie gehört, von der bald stärkern, bald schwächern Cohäsion und Gravitation ihrer Theile abhängt.

Frankfurt an der Oder den 20sten April 1807.

Wünsch.

VI.

Ueber das Entschwefeln der Metalle.

von

GUZNIVEAU, Ingénieur des Mines. *)

Frei bearbeitet von Gilbert.

Der Verfasser wünschte das Licht, welches die Chemie in den neuesten Zeiten über die Natur und die Eigenschaften der Schwefel-Metalle verbreitet hat, zu einer richtigern Theorie der Prozesse zu benutzen, deren man sich im Großen in den Hüttenwerken bedient, um die Schwefel-Metalle zu bearbeiten. Er geht dabei von den Arbeiten Proust's über die Schwefel-Metalle aus, welche ich dem Leser in den vorigen Hefen mitgetheilt habe; um so lieber wird man seine Untersuchungen hier in der Kürze zusammen gestellt sehen.

I.

Er fängt mit der Bemerkung an, daß die Hitze allein im eingeschlossenen Raume, ohne Mitwirkung der atmosphärischen Luft, den Schwefel-Metallen, (und zwar besonders den Verbindungen des Eisens, des Kupfers und des Bleies mit Schwefel,) nur einen kleinen Theil ihres Schwefels zu entziehen vermag, worauf sie sie schmelzt und selbst verflüchtigt.

*) Nach dem *Journ. des Mines*, t. 21, No. 121, Janv. 1807, p. 1 f. Gilb.

Er erhitzte gepulverten Schwefelkies in einem mit Kohlengestübe ausgeschlagenen und überdeckten Tiegel eine Stunde lang vor dem Gebläse, und fand alsdann eine Masse, von der er sagt, „sie sey dem Anscheine nach vollkommen geschmolzen gewesen, und habe noch $\frac{2}{3}$ des in dem natürlichen Kiese befindlichen Schwefels, und noch alle Charaktere eines Schwefelkieses enthalten.“*)

Kupferkies in einem eingeschlossenen Raume erhitzt, verliert nur sehr wenig Schwefel; und ihn giebt das Schwefeleisen des Kieses her.**)

Als in einer Retorte 30 Grammes Bleiglanz 2 Stunden lang mäßig, und dann 2 Stunden lang heftiger erhitzt wurden, bis der Bleiglanz und die Retorte anfangen zu schmelzen, blieb die Masse vollkommen metallisch glänzend, ohne ein Atom Blei, und es hatte sich nur so wenig Schwefel verflüchtigt, daß es unmöglich war, ihn zu sammeln und zu wiegen. Der Bleiglanz war zusammen gebacken, und die Hitze hatte also völlig ausgereicht, um durch Röftung allen Schwefel abzuscheiden. Gepulverter Bleiglanz in einem mit Kohlengestübe ausgeschlagenen und mit Kohlenstaub zugedeckten Tiegel vor

*) Nach Proust's Erfahrungen verwandelt sich der Schwefelkies, (das Schwefeleisen im *Maximo*;) bei Erhitzung in einem eingeschlossenen Raume, in Schwefeleisen im *Minimo*, (in Magnetkies,) und der Schwefelgehalt nimmt dabei um 40 Procent ab. Vergl. *Annalen*, XXV, 56. Gilb.

**) Vergl. *Annalen*, XXV, 164 f. Gilb.

dem Gebläse erhitzt, gab eine gut geflossene Masse, die dem Bleisteine der Hüttenwerke ähnlich, und nur in einigen Theilen etwas dehnbar geworden war. Sie hatte 27 Procent an Gewicht verloren, welches der Verf. verflüchtigten Theilen Bleiglanz zuschreibt, und enthielt der Analyse zu Folge noch $\frac{2}{3}$ ihres Schwefels, hatte also nur 6 Procent ihres Gewichts an Schwefel verloren.

2.

Weit wirkfamer, als in allen diesen Fällen, zeigt sich die Hitze, wenn man sie unter freiem Zutritte der Luft auf die Schwefel-Metalle wirken läßt, wie das bei dem Rösten derselben, sowohl im Kleinen unter der Muffel, als im Großen in den Hüttenwerken, in der Absicht, um sie zu entschwefeln, geschieht. Fälschlich glaubte man bisher fast allgemein, die bloße Hitze sey hierbei das Hauptagens. „Da die vorigen Bemerkungen“, sagt der Verfasser, „gezeigt haben, wie unfähig die Hitze ist, im verschlossenen Raume die Schwefel-Metalle zu zersetzen, so muß man nothwendig dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft den größten Antheil an der Entschwefelung der Metalle durch das Rösten zuschreiben. Dafür spricht schon die große Verwandtschaft des Schwefels und der Metalle zum Sauerstoffe; die chemische Analyse der Produkte der Röftung, und die ganze Art, wie dieser Prozeß geleitet wird, dienen dafür als Beweise.“ Es ist eine Zersetzung der Schwefel-Metalle durch die vereinte Wirkung der Luft und der Wärme. Die Erze dürfen dabei

nicht schmelzen, weil sonst die Luft nur auf ihre Oberfläche wirken und diese sich bald mit Oxyd überziehen würde. Endlich wirken die Verwandtschaften der im Rösten entstehenden Metalloxyde und Säuren, zur Abscheidung des Schwefels durch das Rösten und auf die entstehenden Produkte der Röstung mit, welche gewöhnlich eine Mischung von Oxyd, schwefelsaurem Metall und Schwefel-Metall enthalten. Dieses ist das Allgemeine, welches aus den folgenden Untersuchungen über das Detail des Röstens verschiedener Arten von Schwefel-Metallen hervor geht, deren Natur die Resultate bedeutend modificirt.

A. Röstung der Kupfererze. Die Kupfererze werden über Holz aufgehäuft, auf eine Art, daß sie möglichst lange brennen. Die erste Hitze scheidet einen Theil des Schwefels ab, der sich sublimirt und sich auffangen läßt; nachher ist es der Schwefel selbst, der brennt. Er verwandelt sich dabei in schwefligsaures Gas, dessen große Elasticität es verhindert, daß diese Säure sich nicht mit den entstehenden Metalloxyden verbindet. Aller Sorgfalt ungeachtet, mit der man das Brennen zu mäßigen sucht, bildet sich doch immer zugleich Schwefelsäure, und diese vereinigt sich mit den Eisen- und Kupferoxyden; das schwefelsaure Eisen wird aber zum Theil wieder zersetzt, indem das Eisen sich stärker oxydirt. — Gerade dieselbe Bewandniß hat es mit dem Rösten der Schwefelkiese.

Beim Rösten der Kupfererze in einem *Reverberirofen* zeigen sich gerade dieselben Phänomene.

In diesen Oefen sollte der Schwefel sich noch weit vollständiger abscheiden lassen. Wenn das nicht geschieht, so ist daran vermuthlich das Zusammenbacken des Schwefel-Kupfers durch die Hitze Schuld, welche der in Menge schnell verbrennende Schwefel entwickelt.

In den *Fahluner Oefen*, welche Jars im dritten Theile seiner metallurgischen Reisen, (*come 3, p. 55,*) beschreibt, werden Kupferkiese zugleich geschmolzt und bis auf einen gewissen Punkt geröstet. Diese Oefen haben im Innern einen Herd, in welchem sich das Produkt der Schmelzung von 24 oder von 48 Stunden ansammelt, und in welchem der Schwefel sich abscheidet, oder vielmehr verbrennt. Die Luft aus dem Gebläse streicht über die Oberfläche der geschmolzenen Masse mit so viel Stärke weg, daß sie die Schlacken wegtreibt und einen Theil des an der Oberfläche befindlichen Schwefels verbrennt. Auch das Eisen oxydirt sich hierbei, und man setzt Quarz hinzu, um es zu verglasen, immer mehr, so wie die Röstung weiter geht. Die größte Kunst des Schmelzers besteht, nach Schwedenborg, (*de Cupro, p. 22,*) darin, *ut lapidem siliceum iusto tempore et modo sciat offerre.* Dieses ist die sehr einfache Theorie der Fahluner Concentrationsarbeit, welche Herrn Jars so sehr auffiel. Dieser Prozeß ist vielleicht der einzige, in welchem Schwefel und Eisen sich zugleich in so großer Menge abscheiden lassen.

Das Entschwefeln der Kupferkiese durch das Rösten scheint mir überhaupt durch drei Ursachen bewirkt zu werden: 1. durch die Sublimation eines geringen Antheils Schwefel, der theils sich auffangen läßt, theils in der Luft verbrennt; 2. durch das Entstehen von schwefligsaurem Gas, dessen sich eine desto größere Menge bildet, je besser die Operation geleitet wird; 3. durch Verdampfung eines geringen Theils der entstehenden Schwefelsäure, von der indess das meiste sich mit dem Kupfer verbindet. Uebrigens zeigen die meisten Versuche von Clément und Desormes, daß beim Verbrennen des Schwefels nicht so leicht Schwefelsäure entsteht, als man geglaubt hatte; ihre Bildung wird durch besondere Umstände bestimmt, z. B. durch Gegenwart von Alkalien oder von Oxyden, u. d. m.

B. Röstung des Bleiglanzes. Es hat große Schwierigkeit, den Bleiglanz durch das Rösten vollständig zu entschwefeln. Zwar trennen sich die beiden Bestandtheile desselben sehr leicht, vermöge ihrer großen Verwandtschaft zum Sauerstoffe; aber die nicht minder große Verwandtschaft der Schwefelsäure und des Bleioxydes zu einander, macht, daß hierbei sehr viel Schwefelsäure entsteht, und erzeugt eine neue Verbindung, das schwefelsaure Blei, in welchem der Schwefel zurück behalten wird. Ich will hier die verschiedenen Prozesse im Detail beleuchten, auf welche der Hüttenmann bei dieser für ihn so wichtigen Sache gekommen ist; denn ich glaube, die vielen und verwickelten Erscheinun-

gen, welche sich dabei zeigen, alle erklären zu können.

Beim Rösten *im Kleinen* in einem Scherben ist es bei aller Sorgfalt unmöglich, allen Schwefel in schwefligsaures Gas zu verwandeln und das Entstehen von Schwefelsäure zu vermeiden; immer erhält man Bleioxyd mit schwefelsaurem Blei gemengt.

Beim Rösten *im Großen*, in dazu eingerichteten *Rösthäufen*, entsteht noch sehr viel mehr schwefelsaures Blei, und zwar desto mehr, je höher die Wärme beim Rösten ist, und je leichter die Luft den Haufen durchdringt. Ich glaube nach vielen Versuchen, die in der *école des mines* angestellt sind, daß der geröstete Schlich von *Pezey* $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ seines Gewichts an schwefelsaurem Blei enthält. Gesetzt daher auch, alles Schwefelblei sey darin vollständig zersetzt, so ist doch durch die Röftung nicht die Hälfte des Schwefels abgeschieden, welche das Erz enthielt.

Reverberiröfen zeigen sich beim Rösten des Bleiglanzes von ausnehmendem Vortheil. In einigen Hüttenwerken, z. B. zu Poullaouen in Bretagne, bringt man es selbst dahin, den Schwefel in diesen Oefen so vollständig vom Bleiglanze abzuschneiden, daß man nur, wenn man die Röftung vollendet glaubt, Kohle hinzu zu fügen braucht, um sogleich eine große Menge metallischen Bleies zu erhalten. Und doch ist es kein Zweifel, daß in diesen Oefen schwefligsaures Blei in keiner geringern Menge, als beim Rösten *im Haufen* entsteht; das beweisen schon

die Rauchfänge, welche sich ganz damit belegen. Wird dieses schwefelsaure Blei durch Kohlen zerfetzt, so entsteht aufs neue ein Schwefel-Blei, oder ein so genannter *Blei-Stein*; und wenn gleich dabei etwas Schwefel als schwefligsaures Gas entweichen kann, so bleibt es doch auf den ersten Anblick wunderbar, wie beim Zusetzen von Kohle sogleich eine Menge *Blei* zusammenfließen kann.

Ich glaube hiervon die Ursache aufgefunden zu haben. Der noch unzerfetzte Bleiglanz zerfetzt das schwefelsaure Blei, und es bleibt daher zuletzt ein nur wenig vermengtes Bleioxyd zurück. Die folgenden Versuche werden dieses darthun.

Ich mengte mit einander 1 Theil pulverisirten Bleiglanz und 3 Th. schwefelsauren Bleies, das auf nassem Wege bereitet war, füllte sie in eine Retorte, und gab allmählig Feuer. Als die Retorte roth glühte, entband sich eine ziemlich bedeutende Menge schwefligsaures Gas; dieses dauerte, bis nach einer Stunde die Retorte anfang zu schmelzen. Der Rückstand war geschmolzen gewesen, und bestand aus einer Mengung von Bleioxyd und von schwefelsaurem Blei. Das schwefligsaure Gas hatte ich in Wasser steigen lassen, und ich überzeugte mich, daß keine Schwefelsäure damit zugleich entwichen war.

Dieser Versuch beweist, daß das schwefelsaure Bleioxyd durch das Schwefelblei zerfetzt wird, indem der Schwefel und das Blei des letztern sich auf Kosten der Schwefelsäure des erstern oxygeniren.

Das schwefligsaure Gas ist ohne Zweifel so wohl Produkt der Oxygenirung des Schwefels, als der Entoxygenirung der Schwefelsäure; denn ich habe mich vergewissert, daß kein Schwefelblei im Rückstande übrig war.

Ich habe diese Zersetzung noch zwei Mal wiederholt, zuerst in einer Retorte mit gleichen Theilen Bleiglanz und schwefelsauren Bleies, wobei mehr schwefligsaures Gas als zuvor entstand, und eine Mengung von Bleioxyd und Schwefelblei zurück blieb; darauf in einem Tiegel mit 8 Grammes Bleiglanz und 14 Grammes schwefelsauren Bleies. Während der Tiegel glühte, schien die darin enthaltene Masse gleichsam zu kochen; erst als sie ganz ruhig floss, wurde der Tiegel aus dem Feuer genommen. Ich fand in ihm zwei Massen, die sehr bestimmt getrennt waren: zu unterst geschmolzenes *Schwefelblei* ohne alle Beimengung von dehnbarem Blei; und zu oberst eine Masse, welche alle Merkmale des *Bleiglasses* hatte, eine Verbindung von Bleioxyd mit Kieselerde aus der Masse des Tiegels war, und keine Spur schwefelsauren Bleies zeigte. Dieser Versuch beweist, daß auch das Blei des Bleiglanzes sich auf Kosten der Schwefelsäure oxygenirt, lehrt aber noch nicht das Verhältniß genau kennen, wonach sich Bleiglanz und schwefelsaures Blei vollständig mit einander zersetzen. Ich glaube indess, daß 1 Theil des erstern und 2 Theile des letztern ein Verhältniß sind, das der Wahrheit nahe kömmt;

auch giebt es so die Rechnung nahe, den Bestandtheilen beider gemäß.

Aus diesen Thatfachen ergeben sich folgende Folgerungen: 1. der Bleiglanz und das schwefelsaure Blei zersetzen sich gegenseitig in einer hohen Temperatur; 2. dabei entbindet sich eine große Menge schwefligsaures Gas, entweicht also eine große Menge des in dem Erze enthaltenen Schwefels; und 3. bleibt zurück, bei gehörig getroffenem Verhältnisse, nichts als Bleioxyd, das, wenn dieses Verhältniß nicht getroffen worden ist, entweder mit etwas schwefelsaurem Blei oder mit Bleiglanz gemengt ist.

Diese Folgerungen lassen sich leicht auf das Rösten des Bleiglanzes in einem *Reverberiröfen* übertragen. Hier die Theorie dieser Operation, wie ich sie mir denke. Der gepulverte Bleiglanz, (der so genannte *Schlich*,) womit die Soole des Ofens einige Zoll hoch überdeckt wird, und über dessen Oberfläche die atmosphärische Luft hinstreicht, zeigt dieselben Phänomene als die Röstung in Haufen. Die Hitze verflüchtigt sehr wenig Schwefel; die Luft verwandelt einen Theil des Schwefels, mit dem sie in Berührung kommt, in schwefligsaures Gas, welches entweicht, und einen andern beträchtlichen Theil in Schwefelsäure, die sich sogleich mit dem zugleich sich bildenden Bleioxyde verbindet. Nun rührt man den Schlich um; das entstandene schwefelsaure Blei wird mit dem unzeretzten Schlich vermengt; beide zersetzen sich, und erzeugen dabei schwefligsaures

Gas. An der Oberfläche entsteht ans neue schwefligsaures Blei, und das hilft wieder Schwefelblei zersetzen und schwefligsaures Gas erzeugen, und dadurch zum weitem Entschwefeln, welches nicht eher ein Ende hat, als bis aller Bleiglanz vollständig zersetzt ist. Ist die Röstung gut geleitet worden, und hat sich nicht zu viel schwefelsaures Blei gebildet, so erhält man am Ende derselben beinahe ganz reines Bleioxyd; widrigen Falls kann noch schwefelsaures Blei dabei bleiben, welches die zugesetzten Kohlen wieder in Schwefelblei verwandeln, und das dann eben so als der Bleiglanz zu zersetzen ist. Man übersieht hieraus, wie wichtig es ist, daß der zu röstende Schlich nicht in Schmelzung komme; denn sonst würde die Einwirkung der Luft auf die geschmolzene Oberfläche, durch eine dünne Lage Oxyd sehr bald völlig aufgehoben werden, und kein schwefelsaures Blei weiter entstehen, mithin das Mittel zum Entschwefeln wegfallen.

Das Rösten des Bleiglanzes in dem Reverberir-Ofen beruht diesem gemäß auf der Verwandlung des Schwefels in schwefligsaures Gas; und da diese größten Theils durch Zwischenwirkung des schwefelsauren Bleies bewirkt wird, das sich während des Röstens immerfort bildet, so findet bei dieser Verfahrensart eine viel vollständigere Entschweflung Statt, als bei den andern.

Auch in den *schottischen Oefen*, in welchen man Bleiglanz ununterbrochen, ohne auszublaseh, bei Steinkohlen und Torf zugleich röstet und schmelzt,

(*Jart.*, t. 2, p. 330,) scheint mir das Schwefelblei durch das entstehende schwefelsaure Blei zerlegt zu werden. Man bedient sich dieser Oefen mit Vortheil bei dem Bergwerke zu Pezey, um den gerösteten Bleiglanz zu verschmelzen, der wenigstens $\frac{1}{3}$ seines Gewichts an schwefelsaurem Blei enthält. Er giebt zuletzt keinen Stein, (*Lelievre* im *Journ. des Mines*, t. 19,) welches ein Beweis ist, daß in ihm das schwefelsaure Blei zerlegt und der Schwefel daraus abgeschieden wird. Und dieses scheint mir hauptsächlich dadurch bewirkt zu werden, daß ein Theil durch die Kohle im Schwefelblei verwandelt wird, und dann das übrige zersetzen hilft. Giebt der schottische Ofen Stein, so trägt man ihn sogleich wieder in den Ofen ein, und das Schwefelblei, welches das erste Mal unzerstört blieb, wird beim zweiten Durchsetzen zerlegt.

C. Von der Röstung in Oefen überhaupt. Wir haben hier zweier Oefen erwähnt, in welchen die Schwefel-Metalle eine wahre Röstung erleiden: des Fahluner Kupferofens und der schottischen Bleiöfen. Es ist in allen Hüttenwerken bekannt, daß dieses in andern Oefen um so weniger der Fall ist, je höher sie sind; die höchsten geben den meisten Stein. So z. B. hat man in Pezey bemerkt, daß das geröstete Bleierz, in der letzten Arbeit in den schottischen Oefen gar keinen, dagegen in einem Schachtofen durchgeschmolzt, sehr vielen Stein giebt.

Wenn die bloße Hitze die Schwefel-Metalle zu entschwefeln vermöchte, so würde der obere Theil eines hohen Schachtofens zur Röftung der Erze sehr geschickt seyn. Nicht nur ist die Temperatur dort nicht allzu hoch, sondern es ist auch die Luft, ehe sie bis zu demselben durch den Ofen hinauf steigt, eines Theils ihres Sauerstoffs beraubt, und daher kaum noch geschickt, schwefelsaure Metalle, die sich der Abscheidung des Schwefels entgegen setzen, zu bilden. Allein dieses verhält sich ganz anders, und ist eben dadurch ein Beweis mehr, daß die bloße Hitze nur sehr wenig, der Sauerstoff der Luft dagegen das meiste zum Entschwefeln der Schwefel-Metalle beiträgt.

In den niedrigen Oefen enthält die Luft, welche das frisch eingetragene Erz berührt, noch vielen Sauerstoff, und das sich bildende schwefligsaure Gas bleibt nicht lange der entoxydirenden Einwirkung der Kohlen ausgesetzt. Sie taugen daher sehr wohl zum Rösten. In den hohen Oefen erleidet dagegen das Erz in den obern Theilen des Schachtes nur eine sehr unvollkommene Entschwefelung, weil die Luft, die dasselbe berührt, schon einen beträchtlichen Theil ihres Sauerstoffs verloren hat. Das schwefligsaure Gas, welches im Innern des Ofens entsteht, wird größten Theils wieder zersetzt, indem es durch den ganzen mit Kohlen angefüllten Schacht hinauf steigen muß, und dabei wird das Schwefel-Metall wieder erzeugt. Dieses sinkt allmählig tiefer in den Ofen hinab, und gelangt in den Herd erst nach mehrmahliger Zerfet-

zung und Wiedererzeugung, bei denen ein bedeutender Verlust an Metall Statt finden muß, wie man ihn in der That auch wahrnimmt.

Alle diese vereinigten Thatfachen scheinen daran gar keinen Zweifel zu lassen, daß die Zersetzung der Schwefel-Metalle durch Röftung, durch die Oxygenation ihrer Bestandtheile bewirkt wird, und daß der Schwefel dabei mehr oder minder vollständig als schwefligsaures Gas abgeschieden wird.

3.

Entschwefelung der Metalle durch andere Materien als die Luft. Man hat hierzu sich bisher nur zweier Materien, des Kalkes und des Eisens, im Großen bedient. Das geschieht z. B. bei der Reduction des Queckfilbers aus Zinnober. Man setzt Kalk oder Eisen, oder beide zugleich zu; sie halten den Schwefel zurück, und das Queckfilber verflüchtigt sich in der Hitze und wird überdestillirt. Zum Gelingen einer solchen Operation ist es nicht hinlänglich, daß der zugesetzte Körper eine größere Verwandtschaft zum Schwefel hat, als das zu entschwefelnde Metall; die entstehende Schwefelverbindung muß auch leicht schmelzbar seyn, und nicht etwa mit dem Metalle in eine dreifache Verbindung treten, wie das nicht selten der Fall ist.

Die schwefelhaltigen Kupfererze werden an einigen Orten mit Kalk in Schacht- oder in Flammöfen geschmelzt; dieser Prozeß ist indess im Detail noch zu wenig bekannt, als daß sich über die Wirksamkeit desselben urtheilen liesse. Da das Ei-

sen ausgemacht eine viel grössere Verwandtschaft zum Schwefel hat, als das Kupfer, so, hoffte ich, würde das Schwefel-Kupfer sich durch Eisen, wenigstens in gewissen Fällen, zersetzen lassen. Die folgenden Versuche haben aber diese Vermuthung widerlegt.

Ich rieb 10 Grammes schwefelhaltigen Kupfererzes (*de cuivre piriteux*), dessen Zusammensetzung mir bekannt war, mit 4/3 Gr. Eisenfeile zusammen, als so viel die Rechnung als nöthig gab, um allen Schwefel zu sättigen, that sie in einen Tiegel, überschüttete sie mit Kohlenstaub, und erhielt sie $\frac{3}{4}$ St. lang vor dem Gebläse. Es fand sich in dem Tiegel eine völlig homogene Masse, die 13,1 Gr. wog, und weder *das kleinste Kügelchen metallischen Kupfers*, noch irgend ein Anzeichen der Trennung in Schwefel-Eisen und Schwefel-Kupfer enthielt. Wenn bei der Zersetzung des Bleiglanzes durch Eisen, des Eisens zu wenig zugesetzt wird, zeigen sich 3 deutlich von einander getrennte Substanzen: Blei, Schwefel-Blei und zu oberst Schwefel-Eisen.

Einen zweiten Versuch machte ich mit 10 Gr. frischen und 5 Gr. gerösteten schwefelhaltigen Kupfererzes, einer Mengung, welche dem gewöhnlichen Einsatz in den hohen Oefen, welche Stein geben, ähnlich ist. Diesem setzte ich so viel Eisen zu, als nöthig war, sich mit allem Schwefel zu verbinden, der sich in grosser Menge bei dem Kupfer befand. Nach einem Feuer von $\frac{3}{4}$ Stunden fand ich

wie-

wiederm eine homogene Masse, die keine Spur, weder von metallischem Kupfer, noch von reinem Schwefel-Kupfer enthielt, sondern ein wahrer *Kupferstein* war.

Bei einem dritten Versuche wurden gleiche Theile frischen und gerösteten mit Oehl befeuchteten Kupfererzes, $\frac{1}{2}$ Stunde lang in einem mit Kohlen ausgeschlagenen Tiegel, mit Eisen lebhaft erhitzt; die Masse blieb pulverulent und hatte keine Schmelzung erlitten, wahrscheinlich wegen des Uebermaßes an Eisen.

Diese wenigen Versuche beweisen wenigstens so viel, daß es sehr schwierig ist, Kupfer durch Eisen zu entschwefeln, weil Schwefel, Eisen und Kupfer entweder eine dreifache Verbindung nach allen Verhältnissen eingehn, oder weil wenigstens das Schwefel-Eisen sich mit dem Schwefel-Kupfer vereinigt, und so das Kupfer zurück hält.

Bleiglanz ist eins der Schwefel-Metalle, welche sich am besten zu der Art von Entschwefelung eignen, von der hier die Rede ist. Das Blei vereinigt sich leicht, da es so leichtflüssig ist, und zum Schwefel hat es nur eine geringe Verwandtschaft. Des *Kalkes* bedient man sich nur an wenigen Orten, und aus der Natur des Schwefel-Kalkes läßt sich über die Wirkung des Kalkes in diesem Prozesse nicht urtheilen. Gemeiner ist die Behandlung des Bleiglanzes mit gekörntem Gufseisen, welche sehr vortheilhaft zu seyn scheint. Es ist zu wünschen, daß die vielen Versuche bekannt gemacht würden,

welche man in der Bergwerkschule des Montblanc über das Entschwefeln des Bleiglanzes durch das Eisen angestellt hat, und die nicht unwichtige Resultate gegeben haben.

Weitere Anwendungen der hier mitgetheilten Thatfachen auf die Metallurgie, überlasse ich andern. Ich habe meine Versuche im Laboratorio des Bergwerkscollegiums unter den Augen des Hrn. Descostils angestellt, dessen Rath mir sehr nützlich gewesen ist, um ihnen den Grad der Genauigkeit zu geben, welchen er bei seinen geringsten Arbeiten nicht verabsäumt.

VII.

U e b e r

die wahre Höhe eines von Herrn Justiz-
rath Schröter beobachteten Mond-
gebirges,

von

H. W. B R A N D E S

zu Eckwarden.

Herr Schröter führt in seinen selenotopographischen Fragmenten eine Beobachtung eines über den Mondrand hervor ragenden Berges an, der in der Nachtseite des Mondes, ziemlich weit von der Lichtgränze lag und erleuchtet war, und er sucht aus dieser Beobachtung die Höhe des Berges zu bestimmen. Die Berechnung, welche Herr Schröter führt, beruht auf der Voraussetzung, daß der Berg wirklich in der Randfläche lag, und er selbst bemerkt mit Recht, §. 81, daß diese Rechnung nur unsichere Resultate giebt. Es scheint daher nicht unwichtig, die Sache etwas allgemeiner zu betrachten.

Es sey $ADBE$, (Fig. 2, Taf. IV,) der Rand der für uns sichtbaren Mondfläche, da denn die nach dem Auge des Beobachters gezogenen Linien senkrecht auf der Ebene dieser Kreisfläche stehn, (indem man auf die geringe Abweichung der Parallelität der Gesichtslinien eben nicht zu sehen braucht). AFB sey

die Lichtgränze, welcher an der uns unsichtbaren Seite des Mondes die Lichtgränze AfB entspricht. Endlich sey H eine über den nächtlichen Mondrand hervor ragende noch erleuchtete Bergspitze. Da man nicht weiß, ob dieser Berg gerade in der Randfläche, oder diesseits, oder jenseits derselben liegt, so sind die gegebenen Stücke nicht hinreichend, um die wahre Höhe des Berges vollständig zu bestimmen; aber es läßt sich angeben, wie hoch der Berg *wenigstens* seyn muß, um uns so zu erscheinen.

Ich stelle mir durch die Bergspitze H eine Ebene GLg senkrecht auf die Linie der Hörner AB gelegt vor, und nehme den Abstand HL so wohl, als den Bogen AL als bekannt an. Da nun aus AL auch ML oder der scheinbare, und folglich auch der wahre Halbmesser des Kreises GLg bekannt ist, so läßt sich mit Hülfe der dritten Figur die Betrachtung auf folgende Weise fortsetzen. GLg sey wieder eben jener Parallelkreis, in dessen Ebene der Punkt H liegt, (ob wir gleich nicht wissen, ob er gerade im verlängerten Radius ML liege,) OHN sey die Gesichtslinie, welche senkrecht auf MH ist, und G, g sind wieder die Gränzpunkte der in GPg erleuchteten Mondfläche. Es ist nun sehr leicht, eine Gleichung für die Lage des Punktes h zu finden, wo die Gränze des Mondschattens die Linie OHN trifft. Da nämlich die Sonnenstrahlen in der Ebene des Kreises $GPgL$ liegen, so ist gh die Gränze des Schattens, und der Winkel $ghH = gML$ ist bekannt, weil man die Breite der

erleuchteten Theile des Mondes messen kann, —
oder weil man ihn auch aus seinem Abstände von
der Sonne kennt.

$$\text{Man findet also } MQ = \frac{Mg}{\cos. gML},$$

$$\text{also } QH = ML + LH = \frac{Mg}{\cos. gML},$$

$$\text{u. } Hh = QH. \cot. gML = MH. \cot. gML - \frac{ML}{\sin. gML}$$

Hiermit ist nun alles bestimmt, was wir zu wissen verlangen. Liegt nämlich h diesseits H nach O zu, so ist keine geringere Höhe für den Berg möglich, als diejenige, welche man erhält, wenn der Berg wirklich in der Randfläche liegt. Fällt hingegen der Punkt h jenseits H in k , (wie geschehen würde, wenn RMr der Durchmesser der Lichtgränze wäre,) so ist k der Punkt, wo die Bergspitze liegen muß, wenn man die Höhe so klein als möglich finden soll, und es läßt sich nun die Höhe des Punkts k über der Mondfläche leicht berechnen.

Bei Herrn Justizrath Schröter's Beobachtung der *Leibnitzischen Randgebirge* (§. 80, 81) war der scheinbare Halbmesser des Mondes = $14' 50'' = 890''$, und $MH = 2' 40'' = 160''$; also, wenn ich den Halbmesser des Mondes = 1 setze, $HM = 0,1797753$. Herr Schröter giebt den Abstand LH nicht eigentlich an, aber nach der Zeichnung mag HK (Fig. 2) etwa 2 Sekunden betragen, und darnach ist, weil $LH = \frac{KH \cdot HC}{MH}$;

$LH = 11,15$ Sekunden $= 0,0125281$, und $ML = 0,1672472$.

Endlich war bei der Beobachtung $g ML = 43^{\circ} 0'$; folglich $Hh = -0,0524447$, das ist, h fiel jenseits H nach N zu; und man hat nun die Entfernung des Punkts h vom Centro der Kugel

$$= \sqrt{\{Hh^2 + MH^2 + CM^2\}} = \sqrt{\{1 + Hh^2 + MH^2 - ML^2\}}, = 1,0035427.$$

Die Höhe des Berges betrug also wenigstens $0,0035427$ des Mondhalbmessers, also, wenn man diesen $= 885127$ Toisen setzt, wenigstens 3136 Toisen $= 18816$ pariser Fuß.

Aber die Berghöhe mußte noch bedeutend größer seyn: denn 1. ist die Voraussetzung, daß die den Rand treffenden Gesichtslinien auf der Ebene $ADBE$ senkrecht sind, nicht genau richtig; 2. mußte der noch erleuchtete Theil des Berges doch eine nicht ganz unbedeutende Größe haben, weil Schröter ihn sonst nicht hätte erkennen können: endlich brauchte 3. die Bergspitze nicht genau in k zu liegen, sondern lag wahrscheinlich weiter nach N zu, und dann war der Berg ebenfalls höher.

Wegen des ersten Umstandes kann man leicht eine genaue, wenigstens hier völlig zureichende Correction anbringen. Der Winkel, den die Gesichtslinie mit HC in H macht, ist $89^{\circ} 45'$; man muß also zu der Berghöhe noch ungefähr $\frac{1}{40}$. $Hk = 0,0002185$ addiren, wodurch der Berg $= 0,0037612 = 3329$ Toisen oder 19974 pariser Fuß wird.

Wie viel man detswegen, weil nicht bloß der äußerste Gipfel noch erleuchtet seyn konnte, hinzu thun müsse, läßt sich folgender Massen schätzen. Die Beobachtung wurde mit 161mahliger Vergrößerung angestellt. Da nun nach Seite 13 der selenotopogr. Fragmente bei 210mahl. Vergrößerung ein Gegenstand von 900 Fufs Durchmesser im Monde nur eben entdeckt, und bei 3700 Fufs Durchmesser deutlich erkannt werden kann, so möchte ein so matt erleuchteter Berggipfel wohl nicht mit Sicherheit zu erkennen gewesen seyn, wenn er nicht wenigstens 2000 Fufs hoch noch erleuchtet war. Hiernach dürften wir also die Höhe des Berges nicht unter 22000 Fufs anschlagen. Dazu kommt nun endlich, daß sein Gipfel doch wohl nicht genau in k lag, sondern wahrscheinlicher etwas entfernter, nach N zu, zum Beispiel in l . Aber dieses kann nur wenig Unterschied machen, wenn kl nicht sehr ansehnlich ist; denn gesetzt, Hl sey $= 0,053$, so würde der Unterschied noch keine 150 Fufs betragen.

Aus dieser Beobachtung läßt sich also keine so ganz erstaunliche Höhe dieser Randgebirge folgern, ob sie gleich allerdings sehr viel höher seyn könnten, da l ganz unbestimmbar weit hinter k liegen kann.

VIII.

ZEITUNGSBERICHT

*von einer neu entstandenen Insel.**(Berl. Spen. Zeit. vom 23sten Mai 1807.)*

„Den 17ten Mai 1807 um 1 Uhr Nachmittags, erhob sich aus der Havel, 2 kleine Meilen von Berlin, in der Gegend zwischen dem Pichelsdorfer Werder und Pichelsdorf, etwas südwärts, ungefähr 200 Fuß vom Ufer des letztern, während eines mit Hagel vermischten Regens und Donnerwetters, ein kleines Eiland, etwa 50 Schritt lang und 12 bis 15 breit. Einige benachbarte Bewohner wollten während des Gewitters ein Getöse gehört haben, nach welchem sich sogleich die kleine Insel in dem Flusse gezeigt habe. Ihre Oberfläche ist noch elastisch und wird durchs Stampfen erschüttert. Sie hat keine Spur von Vegetation, sondern ist mit Muscheln und Schneckengehäusen bedeckt; auch brachte sie Fische mit aus dem Grunde empor. In einer geringen Entfernung von derselben ist das Wasser sehr tief. Die Stelle, wo sie entstand, wurde bisher von den Fischern der Sack genannt, wegen ihrer beträchtlichen Tiefe. Es lagen dort starke Floßhölzer, die mit gehoben und seitwärts gedrückt wurden. Naturforscher mögen nun die Ursachen, die bei diesem Phänomene gewirkt haben, zu erklären suchen.“

IX.

*Ein Mittel für Weitfichtige,
des Gebrauchs der Brillen überhoben
zu werden,*

VON

EGERTON SMITH,
in Liverpool.)

— — Bekanntlich werden die Augen mit zunehmenden Jahren flacher, und der Vereinigungspunkt der Strahlen von einem nahe liegenden Punkte fällt hinter die Netzhaut, wodurch Undeutlichkeit im Sehen entsteht. Um diesem Uebel abzuhelpen, bedient man sich convexer Gläser, welche die Strahlen so zusammen brechen, daß ihr Vereinigungspunkt auf die Netzhaut kömmt. Der vor kurzem verstorbene Herr Baldwin zu Prescot, welcher in unserer Gegend durch eine von Chester aus unternommene Luftreise bekannt ist, hatte ein solches schwaches Gesicht, und bediente sich anfangs ebenfalls einer Brille. Er kam auf den Gedanken, die Weitfichtigkeit werde sich allmählig verlieren, und sein Auge sich zu einer andern Gestalt bequemen müssen, wenn er sich an Hohlgläser gewöhne. Der Versuch entsprach seiner Erwartung völlig; er sah sich bald im Stande, mit Gläsern, die sehr wenig

*) *Monthly Magazine*, Dec. 1805, p. 421. *Gilb.*

concau waren, deutlich zu sehen, und nun konnte er mit bloßem Auge ohne Beschwerde den kleinsten Druck lesen oder Federn schneiden. Seit der Zeit trug er, wenn er ausging oder seine gewöhnlichen Geschäfte verrichtete, immer Hohlgläser, und nahm sie weg, wenn er lesen oder schreiben, oder sonst in der Nähe deutlich sehen wollte.

Ich habe diesen Versuch wiederholt, und mich völlig davon überzeugt, daß diese Angewöhnung von heilsamen Folgen seyn kann. Ich fing an mit No. 1, und schritt dann zu No. 2, durch die ich in kurzem sehr gut sehen konnte, und immer fand ich mein Auge erfrischt und gestärkt.

Das Auge hat die wunderbare Eigenschaft, sich nach der Entfernung des Gegenstandes, und nach einer Menge von Umständen abzuändern, indem es deutlich zu sehen bestrebt ist. Bedient sich daher ein Weitlichtiger, der der Brillen bedarf, schwacher Hohlgläser, so wirkt das Streben des Auges nach Deutlichkeit dahin, das Auge convexer zu machen; und fährt man im Gebrauche der Hohlgläser fort, so nehmen wahrscheinlich die Muskeln dieses Organs die Gewohnheit an, in der erlangten Convexität zu bleiben. Vermittelt hohler Gläser läßt sich diese Wirkung wahrscheinlich allmählig verstärken.

Ist dieses Raisonnement richtig, so läßt sich kaum zweifeln, daß allzu Kurzlichtige diesen Fehler durch den Gebrauch von Convexgläsern beim Lesen und Schreiben vermindern können.

Man weiß, daß sowohl die Kurzsichtigkeit als die Weitsichtigkeit durch Gewöhnung auch bei ganz gefunden Augen hervor gebracht werden kann. Uhrmacher, Kupferstecher und andere, die sehr in der Nähe scharf sehen müssen, werden allmählig kurzsichtig. Jäger dagegen und andere, die immer nur in die Ferne sehen, werden endlich weitsichtig.

Alles das sind Erfahrungen, welche für das ar-
tige von Hrn. Baldwin aufgefundenen Mittel spre-
chen, des lästigen Gebrauchs der Brillen beim Ar-
beiten in der Nähe überhoben zu werden. Auch
wird dadurch unfre Kenntniß von der Natur des
Auges auf eine interessante Weise vermehrt.

X.

PREISERTHEILUNG

*des Admiralitäts - Departements zu St.
Petersburg.*

Da das kaiserl. Admiralitäts - Departement über den Widerstand der flüssigen Körper eine vollkommenere Theorie zu haben wünschte, als die bisher bekannte, so warf es im Jahre 1804, den 1sten Jul., unter Versprechung von 1000 holländ. Dukaten Belohnung, vermittelt eines von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften bekannt gemachten Programms, die Preisfrage auf: *wie man die Theorie der beiden Gelehrten Don Juan und Romé vervollkommen, oder eine neue bessere erfinden und selbige auf die Schiffsbaukunst anwendbar machen könne?* In Folge dieser Einladung liefen im verfloßenen Jahre 1806 über diesen Gegenstand drei Abhandlungen ein, deren Devisen folgende waren: 1. *Sit modus lassio maris et viarum, militiaeque*; 2. *Praestat naturae voce doceri, quam ingenio suo sapere*; und 3. eine Abhandlung mit einer russischen Devise des Inhalts: England und Frankreich sind unter einander einstimmig. Nach Untersuchung dieser Abhandlungen fand das kaiserl. Admiralitäts - Departement, daß davon die erste, unter der Devise: *Sit modus lassio maris et viarum, militiaeque*, und die dritte, der aufgegebenen Frage kein Genüge leisten; daß hingegen die zweite unter der Devise: *Praestat naturae voce doceri, quam ingenio suo sapere*, über diesen Gegenstand zwar keinen vollständigen Aufschluß gebe, weil die in selbiger als Grundlage angenommene Theorie weder auf Erfahrung, noch auf überzeugende Beweise hinlänglich gegründet, mithin auch nicht auf die

Schiffsbaukunst anwendbar, ~~dafs sie aber im übrigen~~ nicht so sehr als die gewöhnlichen Theorieen zusammen gesetzt sey, und doch dabei mehr bestimmtes als sie über diesen Gegenstand enthalte, auch in manchen Stücken die der Herren Romé und Don Juan übertreffe.

Für eine solche der Frage nicht vollkommene Genüge leistende Abhandlung konnte das kaiserl. Admiralitäts-Departement nicht die ganze Belohnung von 1000 Dukaten zugestehen, beschlofs aber doch, 100 Dukaten, oder eine goldene Medaille von dem nämlichen Werthe, dem Verfasser derselben zu bestimmen, und das Werk nach dem Originale drucken zu lassen. Da nun diese Frage von dem kaiserl. Admiralitäts-Departement noch vor seiner völligen Errichtung, vermittelst der kaiserl. Akademie der Wissenschaften aufgeworfen war, so fand es das besagte Departement für gut, nach der von demselben getroffenen Verfügung, die kaiserl. Akademie der Wissenschaften von diesem seinem Entschlusse zu benachrichtigen und ihr die eingelaufenen Abhandlungen mit der Bitte zuzusenden, dem kaiserl. Admiralitäts-Departement auch ihre Meinung darüber mitzutheilen. Aus der von ihr erhaltenen Antwort ergab es sich, dafs die Meinung derselben mit dem oben angeführten völlig überein stimme. Hierauf hat das Departement in seiner gelehrten Versammlung den 15ten Febr. 1807 im Beiseyn Sr. Excellenz, des Herrn Gehülfen des Ministers des Seewesens, die den beiden nicht Genüge leistenden Abhandlungen beigefügten versiegelten Zettel, der Gewohnheit gemäfs, verbrannt, bei Eröffnung aber des Zettels mit der Devise: *Præstat naturæ voce doceri, quam ingenio suo sapere*, gefunden, dafs der Verfasser dieser Abhandlung der Prof. der Physik zu Upsal und Ritter des Polar - Stern - Ordens, Herr Zacharias Nordmark, sey.

XI.

PREISVERTHEILUNG

der fürstl. Jablonowskyschen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig,
am 25sten April 1807.

Ueber die *mathematische* Aufgabe: „Eine auf sichere „Versuche, eigene oder fremde, gegründete Theorie „des Stofshebers“, (*Annalen*, XXIV, 414,) wurde der Preis, der in einem goldenen Medaillon, 24 Dukaten an Werth, besteht, einer Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Bergkommissionsrath Buffle, Professor an der Bergakademie zu Freiberg, ist.

Ueber die *physikalische* Preisfrage: „Ob die Voltaische Theorie alle Erscheinungen des Galvanismus erkläre, da sie wenig oder gar keine Rücksicht auf Oxydirung der Leiter nimmt?“ waren keine Schriften eingegangen.

Schriften, welche um die Preise konkurriren sollen, die für das jetzige Jahr ausgesetzt sind: auf eine beurtheilende Darstellung der Bemühungen, ein *allgemeines unveränderliches Maass* aufzufinden; und auf die *Wärme und das Licht aus starker und schneller Zusammendrückung der gemeinen und künstlichen Luft*, (*s. Annalen*, XXIV, 415,) müssen vor Ende des Februars des Jahres 1808 an den Sekretär dieses Jahres, Herrn Prof. Hindenburg, eingefendet werden.

XII.

PREISERTHEILUNG

bei der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen.

Ueber die für das Jahr 1806 ausgesetzte Preisfrage: *Einen Beweis für das Parallelogramm der Kräfte aus den ersten mechanischen Grundbegriffen von der Bewegung.* (*Annalen*, XXII, 336,) waren bei der Akademie 14 Schriften eingelaufen. Der Preis von 100 dänischen Thalern wurde einer Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Professor der Mathematik zu Coimbra in Portugal, Herr de Mello, ist. Nächst ihr zeichneten sich nach dem Urtheile der Akademie zwei andere Abhandlungen vorzüglich aus, die eine in deutscher Sprache, mit der Devise: *doctrina mathematica iuvatur philosophica*, die andere in lateinischer Sprache, mit der Devise: *rerum cognitio e rebus ipsis*. Möchte Hr. Bergkommissionsrath Buffe in Freiberg, welchen der Herausgeber dieser *Annalen* als den Verfasser der ersten kennt, sie dem Publikum nicht vorenthalten.

XIII.

ANZEIGEN,

die Richter'schen Alkoholometer und
Aräometer betreffend.

Von mehreren meiner Freunde und Bekannten veranlaßt, werde ich die zeither von dem verstorbenen Herrn Dr. Richter gelieferten Alkoholometer und Aräometer aller Art und nach allen Angaben zum Gebrauche für Apotheker, Chemisten und Fabrikanten, nach richtigen Grundsätzen und unter ähnlichen Bedingungen verfertigen. Personen, welche dergleichen Werkzeuge verlangen, werden sich gütigst in postfreien Briefen an mich wenden.

Dr. Tourte,

Prof. der Physik und Chemie an der königl. medicinisch-
chirurgischen Pepinière zu Berlin.

Kupfergraben, No. 4 a.

Herr Assessor Dr. Richter, den uns der Tod geraubt hat, verfertigte die bisher einzigen vergleichbaren Alkoholometer mit seltener Mühsamkeit und Gewissenhaftigkeit. Hr. Dr. Oetzel, ein Schüler und Freund des Verstorbenen, der kurz vor dessen Tode aus Paris zurück gekehrt war, hat sich der verlassenen Sache angenommen, die nicht ohne Gefahr den Händen der bloßen Mechaniker überlassen werden kann. Sein Alkoholometer verdient den Richter'schen Ruf und das Vertrauen des Publikums. In einem saubern und bequemen Futteral kostet es 4 Rthlr. 12 Gr., und wenn es zugleich ein Reaumur'sches Thermometer in sich schließt, 6 Rthlr. 12 Gr. Die Verfertigung hat er dem *technischen Bureau in Berlin*, Poststraße, No. 6., übertragen, an welches man sich zu wenden hat. Dieses neue Institut ist in seinem ökonomischen Theile unter strenger merkantilischer Verwaltung eines redlichen Mannes, und in seinem wissenschaftlichen Theile unter meiner Aufsicht und Leitung errichtet, und hofft bei dem bereits erworbenen Zutrauen seine Zwecke immer mehr zu erreichen.

Faulstich.

Fig. 4.

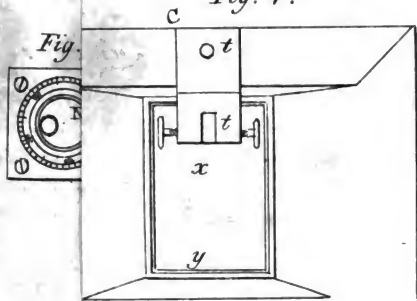
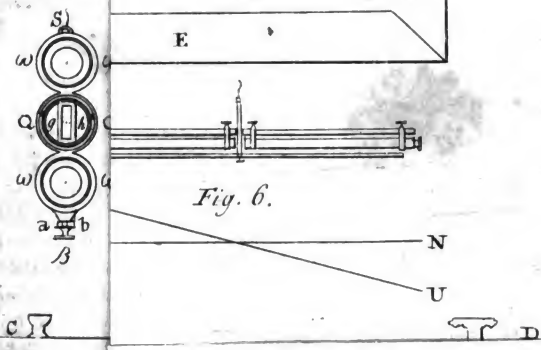


Fig. 2.



Fig. 6.



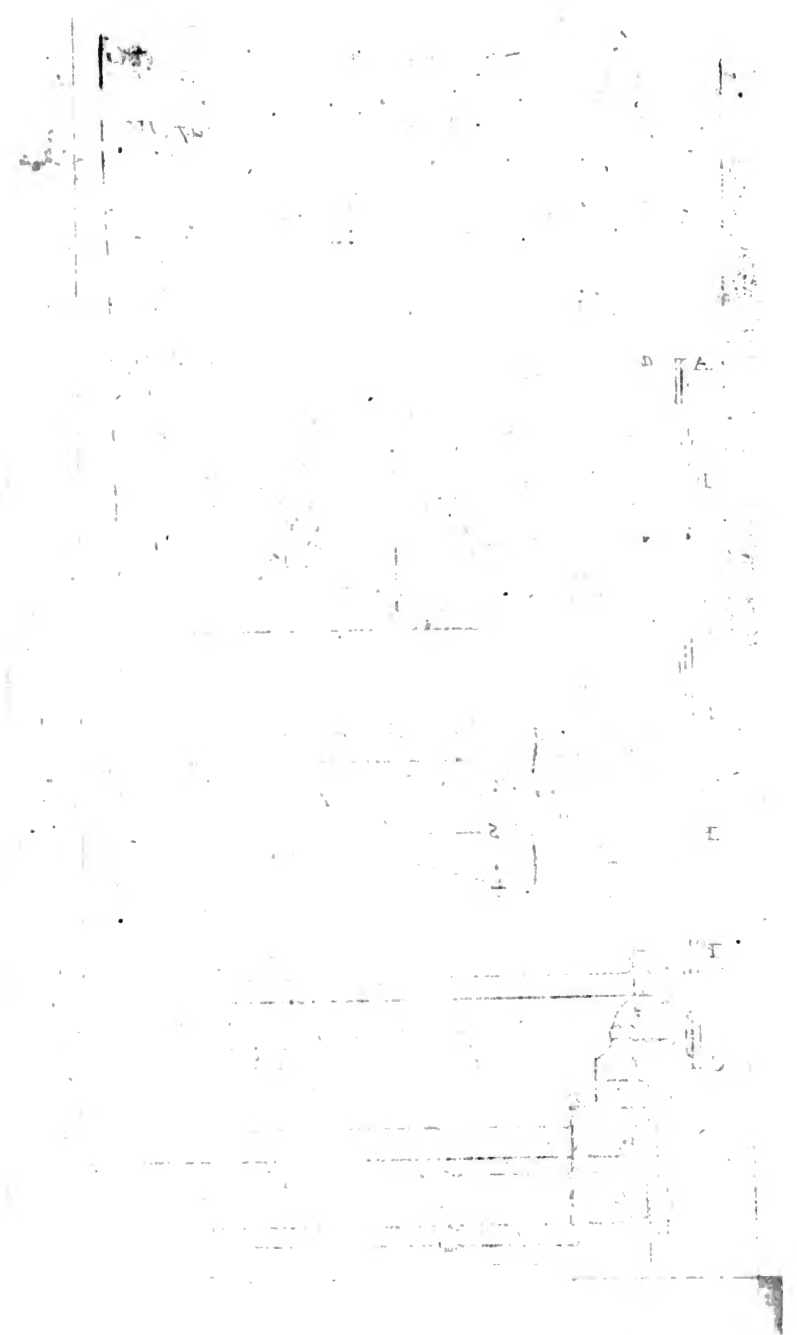


Fig. 1.

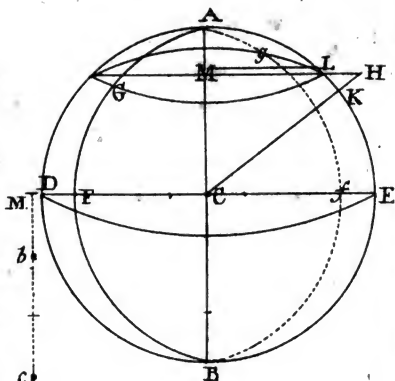
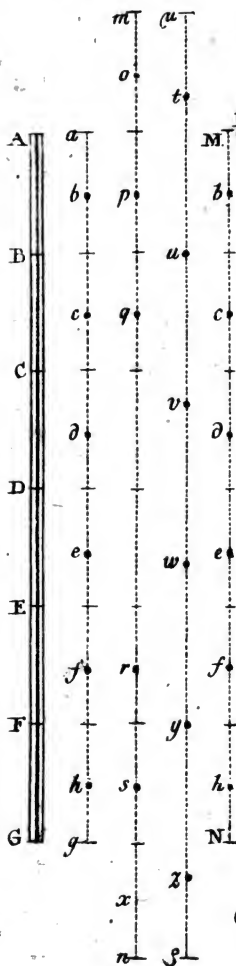
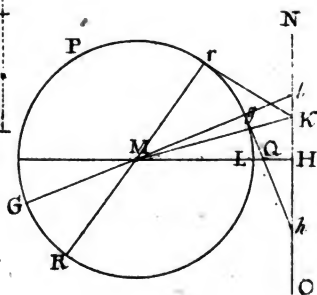


Fig. 2.

Fig. 3.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ACHTES STÜCK.

I.

Einige

KRITISCHE AUFSÄTZE

*über die in München wieder erneuerten
Versuche mit Schwefelkies-Pendeln,
Wünschelruthen, u. d. m.*

*Vier Stellen aus ältern Schriften und eine
aus einer neuern Schrift, als*

EINLEITUNG.

Aeltere nenne ich die Schriften, denen die vier ersten Stellen angehören, in so fern in ihnen von galvanischer Electricität geredet wird, und sie vor etwas mehr als zehn Jahren gedruckt sind; in dieser Materie für viele so gut, als ein Jahrhundert. Als Einleitung setze ich die Stellen hierher, weil sie in der Kürze die Geschichte der Versuche, die jetzt in München an der Tagesordnung sind, bezeugen geben, und weil sie den Leser in den Stand setzen, selbst zu beurtheilen, was an den wieder hervorgerufenen Wundern Neues ist.

Gilbert.

(Aus Gehler's *physikalischem Wörterbuche*, Supplementband. Leipz. 1795, S. 340.) „Seit einigen Jahren reiset in Italien ein gewisser Pennet umher, dessen Körper über dem unter der Erde verborgenen Wasser und Metall in eine zitternde Bewegung geräth, wobei sich der Augenstern erweitern, der Pulsschlag schneller werden, und ein Stäbchen von Holz oder Eisen sich zwischen seinen Fingern von selbst herum drehen soll. Durch dieses Talent giebt er den Lauf unterirdischer Kanäle an, von denen äußerlich nicht die geringste Spur zu bemerken ist, und entdeckt verborgene Gänge oder vergrabene Metalle mit großer Genauigkeit. Er giebt sogar die Tiefen an, die er nach der Stärke seines Gefühls und nach der Weite beurtheilt, auf welche er sich von dem Hauptpunkte entfernen kann, ohne daß das Gefühl aufhört. Weil nun Metalle und Wasser Leiter der Electricität sind, so giebt Herr Thouvenel diesem Geschäfte, das man sonst *Ruthengehn* nannte, den empfehrenderen Namen der *unterirdischen Electrometrie*. Pennet hat seitdem seine Versuche in Verona, in Gegenwart sehr einsichtsvoller Männer, eines Grafen Belladora, Grafen Gazola und des bekannten Abts Fortis, wiederholt, deren Briefe darüber gedruckt sind. *) Man hatte zwar die Versuche mit vieler Vorsicht angestellt, aber dennoch keinen Betrug

*) Nämlich zwei Briefe von den beiden letztern an den Grafen Belladora, und einen Brief von Thouvenel an den Grafen Gazola, unter dem Titel: *Esperienze eseguite da Pennet in Verona nel Mese di Giugno 1793. per Dionigi Ramanzini*. Verona 1793. 8. 50 S. Was man hier aus Gehler's Werke liest, ist größten Theils aus der Recension dieser Schrift in der Allg. Lit.-Zeit., 1794, St. 385, entlehnt.

„entdecken, oder zuverlässig über die Sache entscheiden können; man setzt also seine Hoffnung noch auf „künftig anzustellende Versuche. Ein Mahl hatte Pen- „net das Unglück, dafs ihm ein Hauptversuch gänzlich fehl schlug. Allein Thouvenel entschuldigt „ihn in einem Briefe an den Grafen Gazola mit der „ungünstigen Beschaffenheit der Atmosphäre an selbigem „Tage, an welchem man selbst durch gute Maschinen „keine oder doch nur sehr schwache Funken erhalten „können. Fernere vorsichtige Versuche müssen über „diese Sache entscheiden, die sich, wie unwahrscheinlich sie immer seyn mag, dennoch, da es auf That- „sachen ankommt, so geradehin nicht ableugnen läfst.“

2.

Hier zuerst eine litterarische Notiz. Von dem Dr. Thouvenel, (*de la faculté de médecine de Montpellier, Inspecteur des eaux minérales de Lorraine etc.*), Verfasser mehrerer medicinischer Werke, und einiger gekrönten Preisschriften,*) und eine neuere, welche unter zwei verschiedenen Titeln angeführt wird,**) und die

*) 1. *Mémoire phys. et méd. montrant les rapports évidens entre les phénomènes de la baguette divinatoire, du magnétisme et de l'électricité.* Lond. et Paris 1780. 2. *Second Mémoire* . . . 1783, 8.

**) *Récueil de Mémoires concern. l'électricité organique, (Galvani's Entdeckungen,) et l'électr. minérale, (die so genannte unterirdische Electrometrie,) d'après les expériences faites en Italie et dans les Alpes depuis 1789 jusqu'en 1792; pour servir de suite aux Mémoires publiés en 1780 et 1783 sur les rapports, qui existent entre les phénomènes du magnétisme, de l'électricité et de la baguette divinatoire; ouvrage physique et polémique.* Brescia 1792. gr. 8.; mit mehreren polemischen Fortsetzungen: *Nouvelles pièces relatives à l'électr. org.* . . . Vizenza 1793, 8. *Nuovi*

Herr von Salis Marschlins der Jüngere in das Deutsche übertragen hat: *) doch nicht vollständig, (es sollte noch ein zweites Bändchen folgen,) noch parteilos, da er die Gründe der Widerfacher theils weggelassen, theils zu einseitig vorgefellt zu haben beschuldigt wird. Hier einiges aus dieser Schrift nach der sehr zweckmäßigen Anzeige in den *Göttinger gelehrten Anzeigen*, 1795, St. 95, und nach Voigt's *Magazin*, B. 10, St. 1, S. 144. I. Theorie. „Einige Personen“ lehrt Thouvenel, „empfinden in einem gewissen „Grade alle so genannten Leiter, Verdichter und Erwecker der natürlichen unterirdischen Electricität, z. B. „Wasseradern, Luftzüge, Erzlager, Schwefel- und pechartige Lager, Metalle, Steinsalz, u. s. w. Die Gegenwart dieser Körper auf sie äußert sich: durch besondere Empfindungen, Zuckungen, Veränderungen der Gesichtszüge, Verdrehung der Augen, Erweiterung der Pupille, selbst Mittheilung des electricen Schlags an Nebenstehende, Veränderung des Pulses und der Wärme, Umdrehung**) von Ruthen aus Holz oder Metall auf den Fingern, und beim Gebrauche der Motoren. Diese electriche Fühlkraft, (oder mineralische Eigenschaft, wie Thouvenel sie nennt,) trägt so wenig, als ein anderer Sinn, und dieser ele-

Ragguagli dell' esperienze dell' electrometria eseguita in Brescia, Udine e Verona nell' a 1793. Venet. 1794, 8. etc. In der deutschen Uebersetzung derselben, und so auch anderwärts, lautet der Anfang des Titels: *Résumé des expériences d'electrometrie souterraine faites . . .*

*) *Ueber unterirdische Electrometrie, nebst einigen in Italien und in den Alpen vorgenommenen Versuchen; aus dem Französ. frei übersetzt, mit erläuternden Anmerkungen.* Zürich 1794. 130 S. 8.

**) *Wälzung und Umwälzung* sind die Wörter, welche in den angeführten Auszügen überall stehn, wo von der Bewegung

„etrische Sinn setzt auf ein Mahl ganz ungleiche Organe in Bewegung. Er nimmt die unterirdischen Körper wahr, die sich senkrecht unter der Person befinden, und entdeckt deren Tiefe durch Berechnung des Winkels der Seitenstrahlen der Atmosphäre des unterirdischen Körpers. Eine Ruthe oder ein Stäbchen aus irgend einem Metalle, welches auf den Finger oder auf Hacken so gelegt wird, daß sie durch keinen mechanischen Stoß können bewegt werden, kommen auf einigen Adern und Lagern in eine Umdrehung von außen nach innen, auf andern in die entgegen gesetzte von innen nach außen, und auf gemischten in bloßen Schwingungen. Diese beiden entgegen gesetzten Bewegungen der Wünschelruthe, entsprechen der Eintheilung in $+$ und $-$ E , in zu- und abfließende, in Centripetal- und Centrifugal- Electricität. Umlaufen der Wünschelruthe und Erschütterung der Muskeln treten immer mit einander ein. Je nachdem die senkrechte Electricität mehr oder minder stark war, drehte sich im Augenblicke der Erschütterung der Muskeln die Ruthe 2 oder 3 Mal herum. Auf dem Standpunkte der senkrechten Strahlen wird das Gleichgewicht aufgehoben; auf dem Standpunkte der schiefen Strahlen, oder an den Grenzen der Atmosphäre wieder hergestellt. Personen,

der Wünschelruthe die Rede ist. Ist damit ein wahres Wälzen gemeint, oder ein Drehen, und hat Herr von Salis nur *Rotation* durch Wälzung übersetzt? Da Herr Ritter in seinem Berichte ausdrücklich vom Drehen der Wünschelruthe spricht, sagt, daß sie zwei bis drei ganze Umdrehungen hinter einander machen könne, und damit die Bewegung seines Balanciers zusammen stellt, der sich gewiß nicht wälzt, sondern in horizontaler Ebene dreht, so habe ich hier und weiterhin *Umdrehung* gesetzt. Daß ich hierin die Wahrheit nicht verfälscht habe, dafür scheint auch die vorige Stelle aus Gehler zu sprechen.

„welche diesen electricſchen Sinn haben, verſpüren auf
 „Steinkohlenlagern eine dauernde Bitterkeit an der
 „Wurzel der Zunge, und die Wüſchelruthe kömmt in
 „eine centrifugale Umdrehung, d. h., von innen nach
 „außen. Auf Pech, Asphalt, Steinöhl zeigt ſich dieſelbe
 „Bitterkeit, aber eine centripetale Umdrehung der Ruthe.
 „Auf Eiſenminern, (kieſige ausgenommen,) hauchar-
 „tige Wärme und centrifugale Umdrehung der Ruthe;
 „auf Salzminen ein allgemeines Stechen oder Zwicken
 „über den ganzen Körper und centrifugale Umdrehung;
 „auf Kies-, Schwefel-, Blei-, Kupfer-, Queckſilber-
 „und Arſenikminen Hitze im Schlunde, Jucken auf
 „der Haut und centripetale Umdrehung der Ruthe. Wa-
 „ſeradern und Luftzüge zeigen centrifugale Electricität;
 „dagegen mephitiſche Luftzüge und Dünſte von kal-
 „tem Waſſer bei einem Waſſerfalle oder bei Mühlen
 „centripetale. — II. *Verſuche*: 1. Brief von Spallan-
 „zani an den Abt Fortis Nachrichten von den Ver-
 „ſuchen enthaltend; die Thouvenel mit ſeinem ſo
 „genannten Waſſerriecher, Minerographen oder Hydro-
 „graphen Pennet, zu Pavia angeſtellt hat, und die
 „nicht ſo ganz günſtig ausfielen, ſo daſs ſich auch
 „Spallanzani ſpäterhin ganz auf die Seite der Un-
 „gläubigen gewendet hat *) 2. Schreiben des Abts For-
 „tis an Spallanzani über die Verſuche Pennet's

*) *Briefe des Herrn Abts Spallanzani an Herrn Thouvenel über die organiſche und unterirdiſche Electricität; aus dem Ital., (Brugnateſti Annat. di chim., t. 4.) überſetzt. Prag 1794. 40 S. 8.* Spallanzani erklärt in ihnen, daſs, wenn Thouvenel ihm den Vorwurf mache, daſs er anfangs den Pennet'schen Verſuchen vollen Beifall gegeben, ihn nachher aber, ohne Gründe anzuführen, zurück genommen habe, dieſes eine völlig ungegründete Behauptung ſey; vielmehr habe er gleich anfangs in Pennet's Verſuche das größte Mißtrauen geſetzt.

„im Königreiche Neapel, in Romagna und im Vene-
 „tianischen. 3. Reise Thouvenel's mit Pennet
 „durch Bündten, beschrieben von Ulyfse von Sa-
 „lis Marschlin, dem Vater des Uebersetzers.
 „Nicht alle Versuche geriethen. 4. Bericht des D.
 „Diethelm Lavater von den Versuchen Pen-
 „net's in Zürich. Diese Versuche schienen günstiger,
 „Das Wasser muß fließen, wenn es entdeckt werden
 „soll. 5. Auszug aus einem der Akademie zu Brescia
 „vorgelegten Bericht, über die mineralogische Topo-
 „graphie des Brescianischen. 6, 7. Brief des Paters
 „Stella an Thouvenel. Die Ruthe dreht sich um-
 „gekehrt, wenn Pennet, indem er vermittelt einer
 „Kette unter dem Fusse electricisch wird, sich umkehrt.
 „8. Versuche zu Mailand und Louvino erzählt von
 „Thouvenel. Auch Herr Prof. Tralles wird
 „von Thouvenel als Zeuge über die Richtigkeit der
 „Angabe der Wasserleitungen durch Pennet genannt.
 „Doch sagt Thouvenel selbst, daß Pennet zu
 „Mailand Metalle falsch angezeigt habe und zu Louvino
 „nicht glücklicher gewesen sey; vergrabene Eisenmas-
 „sen fand er nicht, weil, wie Thouvenel sagt, Ei-
 „senadern sich zu nahe gefunden haben sollen. 9. Ver-
 „suche zu Florenz nach einem zwischen Fontana und
 „Thouvenel verabredeten Plan. Sonderbar ist es
 „immer, daß bei den Versuchen, bei denen Fonta-
 „na selbst zugegen war, es nicht recht glücken wollte;
 „von 5 vergrabenen Massen errieth Pennet nur Eine,
 „und unter 10 Mahl verirrte sich Pennet mit der
 „Wünschelruthe 9 Mahl. Desto besser ging es mit den
 „Versuchen, die der Ritter Gioeni besorgte; der
 „auch Thouvenel's Grundsätze treulich annimmt;
 „ein Mahl errieth Pennet sogar ein verstecktes
 „Schnupftuch. Daß die Versuche nicht alle Mahl ge-
 „lingen wollen, schreibt Thouvenel der Witterung

„zu, die ungünstig, gewitterhaft oder feucht war. Noch
 „wird in einer Note bemerkt, daß viele Leute in der
 „Provence Pennet's Eigenschaft, in der Erde ver-
 „borgenes Metall oder Wasseradern wahrzunehmen, be-
 „sitzen; auch in Biel habe sie ein Mann befaßen. Schon
 „Franklin hat mit einem Hydrographen Versuche
 „angestellt. Schade, daß die Schreibart der Ueber-
 „setzung die ohnehin dunkle Sache noch etwas mehr
 „zu verdunkeln scheint.“

3.

(Aus einem Briefe des Abts Fortis an den Abt
 Spallanzani über die Versuche Pennet's im Königrei-
 che Neapel, in Romagna und im Venetianischen.)*

„Ein Versuch hat den Grafen Fantuzzi belehrt,
 „daß es eine eigenthümliche Disposition in verschiede-
 „nen Personen giebt, welche den meisten gänzlich ver-
 „sagt zu seyn scheint. Ich kannte noch nicht die Ein-
 „wirkung der Metalle auf Schwefelkies, der in einer
 „geringen Entfernung von denselben in der ihnen eig-
 „nen Atmosphäre, von einem Menschen, an einem Fa-
 „den hängend, gehalten wird. Ich sah sie zuerst zu
 „Gualdo, wo ich sie auch an mir selbst bestätigt fand.
 „Verschließen Sie in einer der Schiebladen ihres Schrei-
 „benisches unter der noch so dicken selbst doppelten
 „Tischplatte, eine Summe Goldes oder Silbers, oder
 „irgend etwas das aus diesen Metallen verfertigt ist,
 „und ein gewisses Volumen hat. Nachdem Sie an ei-
 „nen Faden von Flachs, Hanf oder Seide. (mit Wolle
 „habe ich es noch nicht versucht,) einen von den
 „Schwefelkies-Würfeln, welche man gewöhnlich In-

*) Diese Stelle steht in dem folgenden Werke im italienischen
 Originale abgedruckt, und ist daraus hier übersetzt.

„casteine nennt, befestigt haben, so nehmen Sie das
 „Ende des z. B. 2 Fuß langen Fadens zwischen Daumen
 „und Zeigefinger, und führen Sie den herab hängenden
 „Schwefelkies über den Theil der Tischplatte, welcher
 „das edle Metall bedeckt, indeß Sie sich von dem
 „Schreibtische so entfernt halten, daß Sie ihn mit kei-
 „nem Theile Ihres Körpers berühren. Sehr bald wird,
 „wenn Sie die dazu nöthige Anlage haben, der Schwe-
 „felkies anfangen, entweder in Kreisen, die immer grö-
 „ßer werden, umher zu laufen, oder in sehr schmalen
 „Ellipsen hin und her zu schwingen. In meiner Hand
 „geschah das letztere; in der des Grafen Fantuzzi
 „beschrieb er Kreise, die sich allmählig von 1 Zoll bis
 „2 Fuß Durchmesser erweiterten. Wenn Sie ihn dar-
 „auf über einen Stein, ein Buch, oder über Holz füh-
 „ren, oder wenn sie das edle Metall von seinem Orte
 „nehmen, so werden die Kreise des Schwefelkieses sich
 „wieder verengern, und er wird allmählig zur Ruhe
 „kommen. Sie werden bemerken, daß dasselbe ge-
 „schieht, wenn Sie in dem Augenblicke des stärksten
 „Kreislaufs den Schreibtisch berühren, indem Sie das
 „Knie oder die Hand daran legen, oder wenn irgend
 „ein anderer, der mit Ihnen in Berührung ist, sich auf
 „den Schreibtisch stützt. Der Schwefelkies kommt
 „auch über unbedeckten Metallhaufen, und besonders
 „über dem schwarzen Eisenlande in Umlauf. Sie wer-
 „den mehrere Menschen finden, in deren Hand der
 „Schwefelkies sich durchaus nicht bewegt, und es giebt
 „eben so viele, in deren Händen er die beiden verschie-
 „denen Bewegungen zeigt, die ich Ihnen angegeben
 „habe.“

4.

(Aus Alex. v. Humboldt's *Versuchen über die gereizte Muskel- u. Nervenfasern*, Berl. 1797, B. 1, S. 467.)

„Wenn der Verstand um die Ursachen räthselhafter
 „Erscheinungen verlegen, und durch lange Gewohnheit
 „noch nicht in Gleichgültigkeit verfallen ist, so greift
 „er, gleichsam spielend, zu den entferntesten Analo-
 „gieen, um aus ihnen Licht über das streitige Problem
 „zu ziehen. Manipulation, Thouvenel's Erz- und
 „Wasserfucher, das Drehen eines entblößten Degens
 „auf zwei Fingerpitzen, das Kreisen eines an einem
 „hanfnen Faden aufgehängenen Schwefelkieses über
 „metallenen Platten, waren nie so ernsthafte Gegenstän-
 „de des Nachdenkens, als seitdem die galvanischen
 „Versuche von Italien her zu uns kamen. . . . Weit
 „entfernt, von dem Speculiren über Dinge abzurathen,
 „deren Daseyn eben so schwer zu erweisen, als ihre
 „Unmöglichkeit schwer zu bestreiten ist, wünsche ich
 „nur, daß man unparteiisch und vorurtheilsfrei expe-
 „rimentire, abgeänderte Versuche wiederhohle und alle
 „Nebenumstände betrachte. . . . Die Thatfachen, wel-
 „che von Herrn Thouvenel's Wundermanne, der
 „ein lebendiges Hydrooskop, Anthraskoskop und Metallo-
 „oskop vorstellte, bekannt geworden sind, müssen, wenn
 „man sie zergliedert, gerechtes Erstaunen erregen. . . .
 „Das Experiment mit dem Schwefelkiese setze ich in Eine
 „Klasse mit dem über das Drehen des Degengefäßes, wel-
 „ches zwei Menschen halten, und das ein Dritter, in des-
 „sen Atmosphäre jene stehen, durch das Reiben der
 „Hand auf der entblößten Brust, sich bald rechts, bald
 „links zu wenden zwingt. Wiederhohlte Versuche ha-
 „ben mich überzeugt, beides bis jetzt für Täuschung
 „zu halten. Der Degen dreht sich oft, ohne daß man
 „sich einer Bewegung bewußt ist, oder ohne daß die
 „dritte Person zu reiben angefangen hat, und oft nach
 „der entgegen gesetzten Richtung, als die er nehmen
 „sollte. Bei der Glätte der Berührungsfläche, dem Zit-
 „tern in den Fingerspitzen zweier Menschen, deren

„Aufmerksamkeit gespannt ist, bei zufälligen Luftbewegungen, ist kein reines, und höchstens ein negatives Resultat zu erlangen. Ich habe, wie es der Graf Fantuzzi vorschreibt, Schwefelkies Würfel an seidenen oder hanfene Fäden gehangen, und über Platten von edeln Metallen und Holztafeln kreisen lassen. Wenn mir die Augen verbunden waren, so versicherten alle Anwesende, daß der Würfel durch das untergelegte Metall in seiner Ruhe nicht gestört werde. Aber leider! mögen wohl ich und alle, die mit mir das italienische Experiment wiederholten, zu der Gattung von Menschen gehören, die von der Natur so verwahrloset sind, daß die edeln Metalle nicht reizend genug auf sie wirken.“

5.

Und nun eine Stelle aus einer neuen Schrift, aus der zu Genf erscheinenden *Bibliothèque Britannique*. (März 1807, *Sciences et Arts*, Vol. 35, p. 80 f.) Es sind Nachrichten, die Herr Prof. Dr. Weiss aus Leipzig über den neuen Münchner Wundermann den Herausgebern dieser wissenschaftlichen Zeitschrift mittheilt, welche ein unbefchränktes Vertrauen in alles zu setzen scheinen, was man ihnen vom Norden und vom Osten her als physikalische Entdeckung anzukündigen beliebt. „Campetti, aus Gargano am Ufer des Gardasees gebürtig, ist mit der feinen Empfindlichkeit, vermöge der Wasser, Metall, u. dergl., die sich in seiner Nähe befinden, reizend auf ihn wirken, wenn sie gleich unter der Erde verborgen sind, in hohem Grade begabt. Man hat von dieser Fähigkeit schon mehrere zuverlässige Beispiele, obschon ihnen stets hartnäckig widerstritten wird; Campetti besitzt sie in einer seltenen Stärke. Er bemerkte, daß er mit dieser Kraft begabt sey, durch Wirkungen ähnlicher Art, welche sich bei ei-

„nem Franzosen zeigten, der in jenem Lande reiste. *)
 „Aerzte aus Riva und der Nachbarschaft hatten seitdem
 „mehrmahls mit ihm Versuche angestellt, und dieses au-
 „ßerordentliche Empfindungsvermögen bestätigt gefun-
 „den. Hr. Ritter, berühmter Physiker in München,
 „der sich besonders mit dem Galvanismus beschäftigt hat,
 „erhielt im Herbste des vorigen Jahres davon durch Hrn.
 „Weißs Nachricht, der damahls in Tyrol auf Reisen
 „war und mit ihm in Briefwechsel stand. Er interessir-
 „te sich lebhaft für die Versuche und für eine Person,
 „wie sie die Natur nur selten zur Erweiterung dieses
 „Zweigs der Physik hervor bringt. Es wurde ihm ein
 „königl. Auftrag, nach Gargano zu reisen, dort mit
 „Campetti entscheidende Versuche anzustellen; und
 „ihn, wenn er es der Mühe werth fände, mit nach
 „München zu bringen, worein Campetti, der sich in
 „einer guten Lage befand, nur aus Vertrauen und Zu-
 „neigung zu Herrn Ritter willigte. Dieser geschickte
 „Physiker führte den Befehl seines Fürsten mit dem ihm
 „auszeichnenden Eifer für die Erweiterung der Wissen-
 „schaft und mit der ihm eignen Ueberlegenheit in gal-
 „vani'schen Untersuchungen aus. Er brachte Campet-
 „ti zu Anfang Januar nach München, und seitdem bis
 „jetzt, (den 18ten April,) ist er ununterbrochen be-
 „müht gewesen, die Versuche mit ihm zu vervielfälti-
 „gen und abzuändern, und die Folgerungen, die sich
 „daraus ziehen lassen, zu erweitern.“

Eine frühere Ankündigung dieser Münchner Ver-
 suche, erschien in dem Cottaischen *Morgenblatte für ge-
 bildete Stände*, 30sten Januar 1807. Der Leser findet sie
 unter 2.

*) Wir werden weiter unten in Aufsatz 2 finden, daß dieses
 der berühmte Pennet ist. *Gilb.*

I.

ERKLÄRUNG

über

die Münchner Versuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünschelruthen,

von

G I L L E R E. R. T.,

Prof. der Physik und Chemie zu Halle.

Der Herausgeber dieser Annalen sieht sich durch die Verhandlungen, von denen hier die Rede ist, in eine eigne Lage gesetzt. Mit Recht würde der Leser ihn tadeln, wollte er von ihnen gänzlich schweigen, und es würde nicht an solchen fehlen, welche dieses als einen Beweis des geringen Werths seiner Bemühungen um die Naturwissenschaft würden geltend zu machen suchen. Auf der andern Seite hat man eine Akademie der Wissenschaften, die unter ihren Mitgliedern allgemein verehrte Männer zählt, gleich bei ihrem Entstehen, in diese Verhandlungen verflochten, und es könnte folglich nur zu leicht den Anschein haben, als spreche jemand gegen die Münchner Akademie, wenn er die Art mißbilligt, wie man bei diesen Versuchen verfährt. Ich halte es daher für nöthig, um aller Mißdeutung, wo möglich, vorzubeugen, hier ausdrücklich folgendes zu erklären.

Dafs Mitglieder der Münchner Akademie Versuche über die problematische Kraft der Wasser-

fühler, der Wünschelrute, der Schwefelkies-Pendel, u. d. m., unternehmen, das finde ich lobenswerth. Dafs man aber diese Versuche auf keine genügendere und minder trügliche Weise angestellt hat, als dieses nach den eignen Münchner Berichten geschehn ist, ungeachtet es zu den ersten Pflichten eines Naturforschers gehört, der wissenschaftlich verfährt, sich vor Täuschungen und Einbildungen möglichst zu sichern; dafs man ferner damit angefangen hat, in anonymen Ankündigungen, welche man in das grofse Publicum gebracht hat, und die man nach Umständen anerkennen oder fallen lassen kann, eine Menge blinder Ausagen als ausgemachte Thatfachen hinzusetzen, die doch nichts weniger als das sind; dafs man statt kurz und genau beschriebener Versuche, und strenger Beweise, wie wir sie von Volta zu erhalten gewohnt sind, uns nicht viel mehr als Vertröstungen und Verheifsungen auf sie, dagegen desto mehr scheinbare Resultate gegeben hat, die überraschen und in Erstaunen setzen; dafs man endlich durch so missliche Versuche eine ganze Akademie so zu verwickeln scheint, als hinge das Fallen oder Sinken der Sache mit ihrer Ehre zusammen, und als sey jemand ein Widersacher derselben, der gegen die Verhandlungen spricht; das, und noch mehreres ähnliches ist es, was ich tadeln möchte, und was ich hier zur Sprache bringen mufs, damit man meine Absicht nicht verkenne.

Leser, welche auf die Verhandlungen in der Physik in den letzten Jahren aufmerksam gewesen

sind, werden sich schon mehrmahls über die Art verwundert haben, mit der man bei uns in dieser Wissenschaft zu verfahren anfängt. Statt zu prüfen und wieder zu prüfen, und nicht eher mit einer Sache hervor zu treten, als bis sie gereift und auf alle Art erprobt und durchdacht ist, scheint es jetzt in Deutschland nur darauf anzukommen, recht viel Entdeckungen, die man gemacht habe, anzukündigen, und recht sonderbare Ideen und Systeme aufzustellen; es findet sich doch immer einer und der andere, der von ihnen verückt wird, und in seinem Enthusiasmus sich zum Apostel derselben macht. Ein Wunderding verdrängt das andere; man vergißt, daß der Erfinder den Beweis schuldig geblieben war; man nimmt das, was er im prophetischen Geiste verkündigte, als Thatfache an, an die zu zweifeln nicht mehr erlaubt ist; und so umgiebt man sich allmählig mit Blendwerken und Träumen, die bei der ersten Beleuchtung in ihr Nichts zerrinnen, und die, mit unheiliger Hand zu berühren, die Gläubigen gern jeden abschrecken möchten. Kaum prüfte Erman auf eine Art, wie sie eines Physikers würdig ist, die vorgebliche Periodicität in den Wirkungen des Galvanismus, *) und die großen Entdeckungen, auf welche die Freunde des Herrn Akademikus Ritter seinen Ruhm in den physikalischen Zeitschriften des Auslandes gründen wollen: die angebliche geographische Polarität electrischer Körper, die Darstellung permanenter

*) In diesen Annalen, 1807, St. 1, S. 1 f.

electricischer Ladungen in Leitern, und die so bestimmt ausgesprochenen magnetisch-chemischen Wirkungen; *) so verschwinden sie alle, und auch nicht Eine besteht. Und kaum untersuchen Chenevix und Bucholz als prüfende Chemiker Winterl's wundervolle Andronie, so findet sich nichts als Thonerde und Kiesel Erde, nichts als ziemlich grobe Täuschung. **) Erman's Versuche wird man suchen, wo möglich, als unbedeutend in

*) In diesen Annalen, 1807, St. 5 und 6, oder B. XXVI, S. 1 und S. 121.

**) Chenevix kritische Bemerkungen, Gegenstände der Naturlehre betreffend, geschrieben während seines Aufenthalts in Deutschland, deutsch bearbeitet von Gilbert, Halle 1805, S. 20, (Annalen, XX, 432,) und Bucholz. Beiträge zur Prüfung des Winterl'schen Systems. (Journal der Chemie, B. 3, S. 336 f.) „Alle Resultate dieser Untersuchung“, sagt Herr Bucholz, „sprechen also für die „Nichtexistenz einer besondern Substanz, welche „Winterl gefunden zu haben behauptet, und „mit dem Namen: Andronie, belegt, und es ist daher wohl kaum zu bezweifeln, daß Winterl „durch Behandlung der angeführten Materialien „im Thontiegel, ein Gemisch von Thonerde, Kiesel Erde und vielleicht etwas Kalk erhielt; und ist „wirklich die Eigenschaft der angeblichen Andronie, der Schwefelsäure das Vermögen mitzutheilen, Gold und Platin aufzulösen, nicht aus der Luft „gegriffen und völlig erdichtet, so liegt ohne Zweifel „eine Täuschung zum Grunde.“

in den Hintergrund zu schieben und sie in Vergessenheit zu bringen, und Chenevix muß sich von dem Herrn Gehlen sagen lassen, er habe sich „in „Hinsicht Winterl's auf eine ungeziemende und „für die Wissenschaft schädliche Art betragen,“ *)

*) *Journ. de Chimie et de Phys.* par van Mons, t. 6, p. 387, wo Herr Gehlen Herrn van Mons unter andern sagt: „Chenevix . . . a agi à l'égard „de Winterl, d'une manière de loyale et nuisi- „ble pour la science. Auriez-vous donc oublié „la manière peu décente dont on s'éleva d'abord contre „la théorie de Lavoisier? et combien cette oppo- „sition aurait été plus scandaleuse, si Lavoisier „au lieu de préparer les chimistes à la grande „révolution qu'il voulait opérer, par des fragmens de „son système, il en avait publié à la fois l'ensemble, „comme l'a fait Winterl! Ne m'objectez pas qu'il „y a entre le système de Lavoisier et celui de „Winterl une grande différence, qui devait en- „trainner plus vite la conviction en sa faveur, et de- „vait rendre l'opposition plus inattendue. Il y a cer- „tainement une différence, et une différence notable, „mais qui consiste en ce que le système de Lavoisier n'est point un système, c'est-à-dire un „tout nécessairement lié par un principe; et c'est „précisément cette différence, à laquelle on n'a „fait jusqu'ici aucune attention, qui fait que le sy- „stème de Winterl n'a pas encore été jugé. On ne „doit pas s'attendre à recevoir un tel système de la „part des Français, qui ne paraissent susceptibles „d'en avoir d'autre que celui de n'en avoir „aucun.“ Herr van Mons macht zu dieser Artigkeit mit Recht die Note: „Les hommes sages

er habe „eine ungemessene Anmaßung und wolle „nur seine Vernunft für Vernunft gelten lassen;“ *) so wie ich selbst, „dafs ich Papageien-Geschwätz „mache.“ **)

„en France écoutent plutôt l'expérience que le raisonnement, et on ne peut, sans doute, que les en louer.“ ¶ Verständige Naturforscher in Deutschland machen einen himmelweiten Unterschied zwischen den mit der größten Umsicht angestellten Versuchen Lavoisier's, die jede Prüfung bestehen, und den höchst ungenügenden, nur ange deuteten Versuchen Winterl's, die niemanden glücken, und wissen sehr wohl die Sprache derer zu würdigen, die sich tiefe Chemiker nennen, und doch nicht eine Behauptung ihres Meisters durch eigne Versuche bewähren, statt dessen aber mit Herrn Gehlen folgende Anforderung nachsagen: „Pour pouvoir suivre Winterl dans ses recherches, on doit avoir le coeur pur et l'esprit libre de prévention, et présenter en quelque sorte la tabula rasa de la nature.“

*) Neues allg. Journ. der Chemie, 1805, B. 5, H. 5, Ende S. 2.

**) Eben das., S. 3. „Ist es nicht den Leser zu arg „zum Besten haben, wenn man mit ihm das, was „Chenevix gegeben hat, für eine Beurtheilung „in dem von Ritter geforderten Geiste verkaufen „will? Ist es nicht Papageien-Geschwätz, bei Winterl's System von einer Philosophie zu sprechen, „nach der es gemodelt seyn soll (!!)“ Der Mann, der Herrn Chenevix und mir Lectionen dieser Art ertheilt, war seit dritthalb Jahren Redacteur des vormahligen Scherer'schen Journals der Che-

Sollte nicht eine Erfahrung, wie sie aus den prüfenden Arbeiten der Herren Erman, Chenevix und Buchholz hervor geht, nüchterner und vorsichtiger gemacht haben? Kaum tritt indess einer der auserwählten Naturforscher aufs neue mit der Ankündigung von Entdeckungen hervor, welche dieses Mahl die unterirdische Electrometrie und die Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis betreffen, die man beide aufs neue nicht bloß mit einander, sondern auch mit dem Galvanismus in Verbindung setzen will; so verkündet auch schon der Kreis der Anhänger alles, was es ihm zu sagen beliebt, als sey an keinem Worte, an keinem Versuche der mindeste Zweifel. Und doch, wie sind nicht der Zweifel hier so viele, auch wenn wir ganz von den frühern Versuchen der Metall- und Wasserföhler mit und ohne Wünschelruthe absehn, bei mehrern, von denen Taschenspielerei und Charlatanerie klar am Tage liegen; *) und wenn wir lediglich die Versuche

mie; bis dahin hatte er in der Rose'schen Apotheke in Berlin gestanden. Im Herbst 806 begab er sich hierher, um sich unter Herrn Reil, als dessen Gehülfe, bei einem zu errichtenden klinischen Lazareth mit thierischen Analysen zu beschäftigen, und jetzt erscheint in seinem Journale die eben angeführte Stelle des Herrn Buchholz in Druck, die so stark ist, als das stärkste, was Chenevix gegen Winterl gesagt hat. Hat er hier etwa aufgehört, reines Herzens und *tabula rasa* der Natur zu seyn?

*) Zu diesem so bestimmt ausgesprochenen Urtheile

mit dem so genannten Schwefelkies- Pendel des Abts Fortis und mit dem Balancier des Herrn Ritter, (einer Wünschelruthe im Kleinen,) in das Auge fassen wollen! Diese Versuche scheinen zwar auf den ersten Anblick zu einfach, zu leicht zu wiederholen zu seyn, als dafs Täuschung oder Trug bei ih-

berechtigen mich mehrere der Erzählungen des Abts Fortis und des Hrn. von Salis Marschlins von dem berühmtesten der Ruthengänger, Pennet, mit welchem der D. Thouvenel durch die Schweiz und durch Italien zog. Nach einem Briefe von Spallanzani an den Abt Fortis vom 14ten Jul. 1791, über Versuche, welche er mit Pennet zu Pavia angestellt hatte, (s. oben S. 374,) durfte das vergrabene Metall, wenn Pennet es finden sollte, nicht wohl weniger als 500 bis 600 Pf. seyn, weshalb Spallanzani einen Amboss nahm: Und doch fand Pennet im Garten des Abts Fortis in einem Gange, der ganz aufgehackt war, ohne grosse Schwierigkeit 3 Stellen, wo an jeder 12 Scudi 1 Fuß tief in der Erde vergraben waren, ohne sich durch 9 Löcher irre machen zu lassen, in denen bloß Steine lagen. Auf der Reise aus Italien nach Marschlins in Bündten fühlte er, dafs neben der hohen vom Crispalt ausgehenden Bergkette, welche Schwytz und Bündten trennt, sich ein mächtiges Schwefelkieslager ununterbrochen vom Ursener Thale bis Reichenau und bis an das Pfeferfer Bad fortzieht, (wahrlich ein noch größeres geognostisches als galvanisches Wunder,) und als Herr von Salis wissen wollte, wie tief dieses Lager hier unter Tage sey, liefs er Herrn von Salis seine Hand über der Wurzel ansetzen.

nen Statt finden könnte, und als daß wir Bedenken tragen dürften, selbst ungeprüft alles zu glauben, was ein berühmter Physiker, „mit der ihm eignen Ueberlegenheit in galvanischen Untersuchungen,“ vermittelt dieser Pendel und Balanciers entdeckt haben soll. Hr. Freiherr von Humboldt und Hr.

Beide gingen dann mit schnellen Schritten „von dem Rande des Lagers, wo er es noch fühlte, eine ziemliche Strecke fort, als plötzlich Pennet an der Hand und an dem Arme einen starken electrischen Schlag erhielt, den Herr von Salis auch fühlte; und nun, sagte Pennet, haben wir das Maas der Tiefe: so weit wir vom Rande entfernt sind, so tief befindet sich das Lager unter unsern Füßen: die Entfernung betrug 200 Fufs. Herr Thouvenel gab sich alle Mühe, Hrn. von Salis dieses Phänomen begreiflich zu machen, aber es blieb für ihn ein Räthsel.“ Bedarf es mehr als dieser einzigen Geschichte, um den vollständigen Beweis zu der Aussage zu haben, daß hierbei viel Taschenspielerie und Charlatanerie im Spiele war? will man auch nicht alles dafür erklären. Es ist, dünkt mir, nicht hinreichend, ein Gelehrter, und für die Wissenschaft eifrig zu seyn, um nicht von einem schlaunen Manne hintergangen zu werden, der vielleicht gerade darin sein Vergnügen findet, sich über Männer, die mehr wissen wollen als andere, und deren ganzes Treiben ihm unbegreiflich ist, ihn wohl Thorheit dünkt, auf seine Hand sich lustig zu machen, und der in Italien, im Mutterlande der Buffonerie, darin sehr willig Beistand finden möchte. War nicht selbst Würzburg das Vaterland der Beringer'schen Verfeinerungen!

Pfaff in Kiel sind indeß gleichfalls berühmte Physiker, die sich früh und ernstlich mit galvanischer Electricität beschäftigt haben; wir verdanken ihnen wichtige Belehrungen in diesem Fache, und ich weiß nicht, wem man, außer Volta'n, eine Ueberlegenheit über sie in galvanischen Untersuchungen zuschreiben dürfte. Man hat in der Einleitung gesehen, (S. 379,) was Herr von Humboldt schon vor zehn Jahren zu den Schwefelkies-Pendeln des Grafen Fantuzzi dachte; und damahls wäre es doch eher zu entschuldigen gewesen als jetzt, bei dem magischen Worte: Galvanismus, von Blendwerken umgaukelt zu werden. Der Versuch, den er mit wenigen Worten beschreibt, ist mit aller Nüchternheit des wahren Naturforschers angestellt, und bewahrte ihn gegen die Spielwerke der Phantasie. Was Herr Pfaff über die in München wieder erneuerten Versuche mit den Schwefelkies-Pendeln urtheilt, findet man in dem Vorberichte, mit welchem er den sechsten Aufsatz begleitet hat; und von ihm wird doch wahrlich niemand sagen, daß er am Alten klebe, und keine Empfänglichkeit für das Neue in der Wissenschaft habe. Dieses sind Autoritäten, zu denen in Hinsicht Campetti's in dem fünften Aufsatze, noch zwei sehr wichtige Aussagen von Augenzeugen hinzu kommen; die der Leser nicht übersehen darf, durch einen Münchner Naturforscher, der hierbei eine Wahrheitsliebe an den Tag legt, welche Achtung verdient. Will man Gründe, so erwäge man

meine Commentare zu den drei folgenden Münchner Berichten, und prüfe die scharffinnigen Reihen von Versuchen, von denen der mir unbekannte Verfasser, der in Kiel lebt, in dem sechsten Aufsatze Rechenschaft giebt; durch sie offenbart sich auf das deutlichste die außerordentliche Macht, welche, uns unbewußt, Auge und Gewohnheit bei den Schwingungen jener Pendel über die Hand ausüben. An Möglichkeiten, an Täuschungen solcher Art, hätten die Experimentatoren in München doch wohl zuerst denken; und daher vor allen Dingen in der Absicht Versuche anstellen müssen, um alle täuschende Einflüsse zu entdecken, und um aufzufinden, ob und wie ihnen zu entgehen sey.

Man vergleiche mit dieser Forderung den ersten Bericht, der von München aus über die Versuche der Herren Ritter, Schelling und Franz Baader in das Publicum gebracht ist. Er steht in dem schätzbaren *Morgenblatte für gebildete Stände*, vom 30sten Januar 1807, und wird zwar in den folgenden Berichten für populär ausgegeben, dieses hat indess keinen Einfluß auf die Authenticität der Thatfachen, welche darin erzählt werden. Herr Ritter, (so lautet der Bericht,) habe an dem jungen Campetti in dessen Wohnorte, „nach den schärfsten und oft wiederholten Prüfungen, von denen er das Detail sammt allen übrigen Aktenstücken demnächst geben werde, „alles bestätigt, was ihm angekündigt worden war;“ weiter hin heist es aber auch: „und Versuche, wel-

„che Ritter sich im Voraus sorgfältig entworfen
 „hatte, waren von den Landleuten in der Gegend,
 „wo Campetti wohnte, schon mit ihm ange-
 „stellt worden.“ Noch weiter hin liest man: „Um
 „das ganz individuell scheinende Phänomen jedoch
 „an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzu-
 „knüpfen und verständlicher zu machen, gedachte
 „Ritter, mit der ihm eigenthümlichen Ingeniofi-
 „tät, der Schwefelkies-Pendel des Abbé Fortis,
 „deren Schwingungen man längst wieder unter-
 „drückt und verworfen hatte. Er fand erst hier,
 „dafs dieser Versuch nicht nur ihm, *sondern fast*
 „*allen gelinge*, die ihn bis jetzt unternahmen. In
 „*Zeit von wenig Wochen* ist er schon bis in die *fein-*
 „*sten Modificationen* und zu höchst merkwürdigen
 „Resultaten ausgebildet worden; täglich zeigen sich
 „neue Erscheinungen. — —“

Und nun urtheile jeder Unbefangene, wie es
 unter diesen Umständen mit den kritischen Versu-
 chen ausieht, die jedem Naturforscher unnachläs-
 sig sind, wenn er eine neue Bahn betreten will. Sie
 müssen die gehörige Nüchternheit des Geistes her-
 bei führen, ohne welche der blofse Gedanke der
 Entdeckung ein feuriges Gemüth schon bis zur
 gröbsten Selbsttäuschung entflammen kann, und ha-
 ben daher mit Recht von je her als Schild und
 Schirm des Naturforschers gegen die Blendwerke
 der Phantasia und der Sinne gegolten. Und viel-
 leicht kam es noch in keinem Falle mehr auf sie an,
 als in dem gegenwärtigen, da vielleicht noch bei

keiner Art von physikalischen Versuchen ein so feiner, so unmittelbarer und so täuschender Einfluß des Geistigen auf den sichtbaren Erfolg Statt gefunden hat. Wenig Wochen, innerhalb welcher man noch dazu die Sache schon bis in die feinsten Modificationen ausbildet, sind ein sehr kurzer Zeitraum, selbst für jemand, der völlig kalt und unbefangen ist, um sich in diese trüglichen Wirkungen zu finden. Und zeigt nicht der ganze Ton der Ankündigung, daß, als sie geschrieben wurde, die Experimentatoren in München, von den Ausichten auf die Entdeckungen, welche sie gemacht zu haben glaubten, noch ganz erwärmt waren? „Der Versuch mit dem Schwefelkies-Pendel war *damahls fast allen* gelungen, welche ihn gemacht hatten;“ *jetzt* wird zum Gelingen desselben eine besondere Kraft erfordert, mit der *nur wenige* begabt sind, wie sie der Graf Fantuzzi und der Abbé Fortis erdacht hatten, wozu schon *damahls* Alex. von Humboldt lächelte. Und das mit Recht. Denn wer sollte nicht lächeln, wenn er jemanden, der ein Naturforscher seyn will, nach einigen schlecht angestellten Versuchen gleich so in dem Gedränge sieht, daß er diesen *Deus ex machina* herbeiruft, um ihn der Mühe des weitem Prüfens und Forschens zu überheben? Es ist nur zu leicht, bei dem Aufspüren neuer verborgener Dinge die Spur zu verlieren, in die Irre zu gerathen, und nach Schatten zu haschen; offenbar war dieses *damahls* den Münchner Experimentatoren begegnet. Vielleicht

haben sich auch die Physiker, denen die Naturwissenschaft wahre Erweiterungen verdankt, in einer ähnlichen Lage befunden, wenn ihnen eben erst der Gedanke des Neuen gekommen war: nur blieben sie in diesem Falle ihrer Meister, wußten sehr bald sich in die Stimmung des Zweifels zu versetzen, und hüteten sich wohl, der Phantasie die Zügel zu überlassen. Sie untersuchten vielmehr die Umstände des Auffassens, prüften die Verkettung, waffneten sich, wo möglich, mit Zahl, Maafs und Gewicht, diesen mächtigen Zauberstäben, gegen welche kein blendendes Nichts besteht, und suchten Schritt für Schritt auf festem erprobten Boden zu bleiben. Unfre poetisch-philosophischen Physiker scheinen zu meinen, es komme statt dessen nur auf Enthusiasmus an. Dafür haben wir aber auch von jenen Naturforschern wohl begründete, tief durchdachte Lehren erhalten, auf welche noch die spätesten Enkel dankbar fortbauen werden. Und jetzt! Heute wird die Entdeckung im Tone des Enthusiasmus, womit sie gemacht ist, angekündigt, und morgen muß man sie bei etwas mehrerer Kälte allerwärts beschneiden und beschränken, und endlich kommt doch noch eine gemeine Natur mit Maafs, Zahl und Gewicht, vor deren Kalt sinn das in heißer Liebe geborne Wesen vollends zusammen schrumpft.

Einige achtungswerthe Physiker, erzählt Herr Pfaff in seinem Vorberichte zu der sechsten Abhandlung, hielten die Ankündigung in dem Cottaischen Morgenblatte „mehr für eine Satyre als für

eine authentische Nachricht.“ War es mir also wohl zu verübeln, wenn mir bei dieser Ankündigung neuer wundervoller Entdeckungen, die neue electriche Kraft des Herrn Prof. Schelver, die ein so tragisches Ende genommen hat, sehr lebhaft in das Gedächtniß trat? und bin ich zu tadeln, wenn ich, — eingedenk des Erfolgs der Prüfungen Erman's und Chenevix's, — an sie, bei dieser Gelegenheit erinnert habe?

„Sie sind zu merkwürdig,“ (heißt es im *dritten Stücke* der *Annalen* von diesem Jahre, S. 342, in Beziehung auf die zu München angestellten Versuche mit so genannten Schwefelkies-Pendeln, wie sie im Morgenblatte erzählt werden,) „als daß ich ihnen nicht einen Platz in den *Annalen* einräumen sollte; und täusche ich mich nicht, so wird sich in einem Commentar zeigen lassen, daß das Ganze ein würdiges Gegenstück zu der neuen electriche Kraft ist, welche Hr. Prof. Schelver vor einigen Jahren entdeckt hat, als er auf bepuderten Glascheiben zwischen Puder und Glas einen feinen Strahl in „Zickzack langsam fortschreiten und regellos sich durchkreuzen sah;“) von welcher neuen electriche Kraft der Wegebau-Inspektor Herr Sartorius späterhin darthat,“) daß sie in „einer *Milbe* besteht, welche den Puder frisst und aufwühlt.“

Daß die Bearbeitung der Meisterwerke Biot's und La Place's über einige der schwierigsten Gegenstände der höhern Physik, welche der Leser in den drei seitdem erschienenen Stücken der *Anna-*

*) Voigt's *Magazin*, Bd. 4, S. 1, und *Journal par van Mons*, Vol. I, p. 337, wo Herr Oberberggrath Reil Hr. van Mons unter andern Entdeckungen auch folgende meldet: *En saupoudrant un carreau de verre de poudre d'amidon, il s'excite un courant lent d'électricité, qui se propage pendant plusieurs jours en parcourant le carreau sous forme de zigzag.*

“) Voigt's *Magazin*, Bd. 10, S. 454.

len gefunden hat, mich mehr anzog, als eine Beschäftigung mit Dingen, die so ganz Tändeleien aus der poetischen Physik glichen; dieses hat dem Herausgeber des ehemaligen *Scherer'schen Journals der Chemie*, Herrn Gehlen, Gelegenheit gegeben, mir in dem Abdrucke der Ankündigung aus dem Morgenblatte zuvor zu kommen.

„Da Hr. Prof. Gilbert zu Halle“; (sagt Hr. Gehlen in dem eben erschienenen Maistücke jenes Journals, S. 104,) „uns diesen Aufsatz *mit* Commentar verspricht, so habe ich ihn billig ohne Commentar gegeben. Wirklich weiß man die Mahl, weniger, wie je, wer die anticipirte Milbe spielen wird, ob, die den Puder frisst und aufwühlt, oder, die ihn aufstreut; — welches Vorsichtigkeit empfiehlt, um, täusche ich mich nicht, kein würdiges Gegenstück zu der neuen Ansicht electricischer Kräfte zu liefern, die jener Commentar, erschienen er anders, unfehlbar mitbringen müßte.“

Hierüber muß ich bemerken: 1. daß ich keinen Zusammenhang darin einsehe, wie es billig sey, daß Herr Gehlen den Aufsatz ohne Commentar gebe, wenn ich ihn mit Commentar verspreche; 2. daß ich noch nie gehört oder gelesen habe, daß eine Milbe Puder aufstreut; und 3. daß, wenn Herr Gehlen meint, jener Commentar müsse unfehlbar eine neue Ansicht electricischer Kräfte mitbringen, dieses ein schiefes Urtheil ist, indem er nicht bedacht hat, daß der Commentar eben so gut die Ueberzeugung mitbringen könnte, daß man es hier überhaupt gar nicht mit electricischen Kräften und mit Ansichten derselben, sondern mit Uebereilungen phantasiereicher und leicht entzündbarer Köpfe zu thun habe, die immer neuen Entdeckungen auf der Spur sind,

und bei jeder, welche sie erhascht zu haben glauben, sofort den rechten Gleichmuth verlieren, sehn, was kein nüchterner wahrnimmt, eigne Wege des Beweises haben, die nur für sie und ihre Anhänger von Beweiskraft zu seyn scheinen, und deren schönste Entdeckungen, deren herrlichste Systeme, um deren willen wir uns zur *tabula rasa* der Natur machen sollen, als ein bloßer Dunst verschwinden, sobald ein wahrer prüfender Naturforscher, ein Erman, ein Chenevix, ein Bucholz sie scharf um und um beleuchten. In dieser Hinsicht würden, dünkt mich, gegenwärtige Erklärung und der von Herrn Pfaff mir übersendete Aufsatz, in Gemeinschaft, schon einen ganz genügenden Commentar zu der Ankündigung im Morgenblatte abgeben, ziemlich in der Art, wie er sich zu einem Berichte in dem Geiste paßt. Dieses soll mich indess nicht abhalten, die Ankündigung mit noch andern Bemerkungen, in Form eines Commentars, dieser Erklärung folgen zu lassen; und um meinem früher gegebenen Versprechen nicht bloß nachzukommen, sondern es selbst noch zu übertreffen, mögen sich an diese Reihe von Aufsätzen, theils im Auszuge, theils ausführlich, auf eine ähnliche Art commentirt, auch alle übrige Verhandlungen über Schwefelkies-Pendel und Balanciers, (neueste Art von Wünschelruthen,) anschließen, welche mir bis jetzt bekannt geworden sind. Der Leser wird über sie freier urtheilen können, nachdem er nicht bloß die Stimmen einiger Gläubigen dafür, sondern auch

die Stimmen einiger Ungläubigen dagegen gehört hat; und es wird für die Zukunft nicht ohne Interesse seyn, die Aktenstücke hier beisammen zu haben.

Die Notizen, welche man im dritten Hefte der *Annalen* aus den Briefen des Herrn Prof. Maréchaux in München gelesen hat, haben Hrn. Maréchaux in Streitigkeiten verwickelt. Der Aufsatz von ihm, den man weiter hin findet, zeigt, daß er Mann genug ist, seinen Widersachern zu stehen; und da es in unsern Zeiten nicht mehr denkbar ist, daß aus einer wissenschaftlichen Untersuchung eine Parteisache gemacht werden sollte, und daß Mangel an Glauben nachtheilig auf die bürgerliche Lage eines Naturforschers wirken könnte, so glaube ich mich darüber gänzlich beruhigen zu dürfen.

Einen benetzten Zwirnsfaden, an dem ein schwerer Körper hängt, zwischen zwei Fingern ganz im Freien, oder über andern Körpern zu halten, und zu sehen, ob und wie das so genannte Pendel unter gegebenen Umständen sich bewegt, — ist kinderleicht; wahre, ergründende Versuche über diese Arten von Bewegung anzustellen, ist langwierig und erfordert Scharf sinn und Nüchternheit. Dieselbe Bemerkung gilt in Absicht der so genannten Wünschelrute und des Balanciers des Herrn Ritter. Es hat keine Schwierigkeit, von einem Haselnußstrauche, unter günstiger Constellation des Jupiters und Merkurs, vor Sonnen Aufgang, mit einem einzigen Schnitte herabwärts eine Rute abzuschneiden, und sie in horizontaler Lage auf den

Fingern liegend zu halten; und es ist eben so wenig schwierig, einen Metallstreifen frei und horizontal auf der befeuchteten Spitze eines senkrecht ausgestreckten Fingers schweben zu lassen. Die Kraft, welche die Wünschelruthe, und noch viel mehr die, welche den Balancier belebt, sind zwar, wie man uns sagt, sehr seltene Geschenke des Himmels, und ich, (der ich in der jetzigen Lage mich schon für glücklich halten müßte, stünde mir nur das Gewohnte zu Gebot,) thue für meine Person Verzicht darauf, in der Gegend, welche ich bewohne, einen Auserkohnen aufzufinden, dem Gott diese Gabe verliehen, und der sie sich durch ein mäßiges und frommes Leben bewahrt hat. Vielleicht ist indess einer meiner Leser glücklicher; vielleicht führt ihm der Zufall ein solches Kleinod in die Hand, und giebt ihm Gelegenheit, wenn er mit Nüchternheit, Geduld und Scharffinn zu Werke geht, zu etwas ähnlichem zu gelangen, als die Reihe Kieler Versuche, welche den Beschluß dieser Aufsätze macht. Mit Vergnügen werde ich Berichte von prüfenden Versuchen über jene Gegenstände, die mit so vieler Umsicht als diese angestellt sind, (doch auch nur solche, ihr Resultat sey übrigens welches es wolle,) in die *Annalen der Physik* aufnehmen. Sollten wir auch durch sie zu keiner Ansicht, (neuen oder alten,) electriccher Kräfte gelangen, so werden doch Untersuchungen dieser Art für die Lehre von den Täuschungen durch die Sinne und die Phantasie und durch vorgefaßte Ideen nicht ohne Nutzen seyn.

2.

ERSTER BERICHT

von den Münchner Versuchen.

(Morgenblatt für gebildete Stände, 30. Jan. 1807, No. 26.)

Mit Bemerkungen

von

GILBERT,

Professur der Physik und Chemie zu Halle.

Merkwürdiger physikalischer Versuch.

München.

Die beiläufige Erwähnung der so genannten Wünschelruthe und ihrer Wiederbelebung in einem der ersten Blätter des Morgenblattes bewegt mich, Ihnen das Rechte von der Sache bald zu sagen, damit sie Ihnen nicht entstellt wird, ehe sie vollständig und wissenschaftlich mitgetheilt werden kann. ¹⁾

Im Herbste des vorigen Jahres erhielt Hr. Ritter, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, durch einen reisenden Freund die Nachricht, daß auf der Gränze von Tyrol und Italien am Gardasee ein junger Landmann existire, der das Vermögen, die Gegenwart von Metallen und Wasser genau an den Stellen, wo sie tief in der Erde verborgen sind, durch körperliche Sensationen wahrzunehmen, in einem hohen Grade besitze. ²⁾ Er hatte es an sich entdeckt, als er zufällig Pennet, der durch die

Gegend

Gegend kam, auf diese Weise experimentiren sah, worauf er es mit sich selbst versuchte; und nicht allein gelangen ihm die *Pennet'schen* Experimente vollkommen, die *Baguette* belebte sich in seiner Hand, ³⁾ sondern er hatte die bestimmtesten Empfindungen vom Daseyn des Metalles und Wassers, ohne alles weitere Werkzeug, und war für seine Gabe in der umliegenden Gegend schon länger bekannt und benutzt worden.

Diese Botschaft, und die Möglichkeit, ein solches Phänomen selbst zu untersuchen, ergriff Ritter'n, wie Sie sich es vorstellen können. Die Nachbarschaft des Schauplatzes begünstigte diese Möglichkeit, hob aber doch nicht alle Schwierigkeiten. Ritter faßte also den Entschluß, sich an die Regierung zu wenden, um eine förmliche Sendung zu erhalten. Er stellte in seinem Memorial die gleiche Wichtigkeit vor, eine solche Erscheinung entweder als wahr, oder als falsch zu ergründen. Die lebhafteste Mitwirkung *Franz Baader's* und der vortreffliche Sinn des Geheimenraths von *Schenck* beförderten die Angelegenheit, und in dem uneingenommenen freien Geiste des, für alles ihm wirklich dargelegte Gute und Große empfänglichen, Ministers Freiherrn von *Montgelas* fand sie so wenig ein Hinderniß, daß die Genehmigung von seiner Seite auf das eingereichte Memoire allein, ohne weiteres, erfolgte.

Im Anfange des Novembers reiste Herr Ritter von hier ab. Er fand an dem jungen *Campetti*

nach den schärfsten und oft wiederholten Prüfungen, von denen er das Detail sammt allen übrigen Aktenstücken demnächst selbst geben wird, alles bestätigt, was ihm angekündigt worden war. ⁴⁾ Nachdem er sich vollkommen überzeugt hatte, nahm er Campetti, seinem gleich anfänglich entworfenen Plane gemäß, mit sich nach Mailand und Pavia. Er hatte erfahren, daß er in Mailand einen Gelehrten treffen würde, der Campetti's Eigenschaft gleichfalls befaße, und zwar nicht als blindes Werkzeug der Natur, sondern der als mit großen physikalischen Kenntnissen ausgerüstet, auch die Augen dabei habe. Dieses ist der Abbate Amoretti, Bibliothekar der Ambrosianischen Bibliothek. Hier thaten sich ihm denn auch wirklich neue und bereits bewährte Schätze der Erkenntniß auf. Amoretti hatte mit der Bague nicht allein nach Metallen geforscht, sondern mancherlei Fragen an den menschlichen Organismus damit gethan, und seine Erfahrungen in einer Schrift niedergelegt, die eben erschienen war. ⁵⁾ Von Mailand ging Ritter nach Pavia, und war mehrere Tage mit Volta zusammen. In Italien interessirte man sich sehr für die Sache, ohne sie für ein Wunder zu halten; sie fand unter den Gelehrten unverstockte Hörer, ⁶⁾ und Versuche, welche Ritter sich im voraus sorgfältig entworfen hatte, waren von den Landleuten in der Gegend, wo Campetti wohnte, schon mit ihm angestellt worden. Er brachte es auf seiner Rückreise bei Campetti's Verwandten da-

hin, daß er ihn mit nach München nehmen durfte, um ihn einige Zeit bei sich zu behalten. Am Ende Decembers kam er also in dessen Begleitung zurück, beladen mit reicher Ausbeute seines Zuges, und besonders auch darüber erfreut, daß die liberale Gesinnung der Regierung so genugthuend hatte benutzt werden können. Es war nun gar nicht die Absicht, aus diesem Gegenstande ein öffentliches Spektakel zu machen, das denn wahrhaftig auch keinen Zweifler überzeugt haben würde. Campetti hält sich daher ganz häuslich bei Ritter auf; noch hat ihn niemand zu Befriedigung bloßer Neugier bei sich gesehen, und nur in einem kleinern Kreise, hauptsächlich von Ritter, Fr. Baader und Schelling, wurden bisher Versuche angestellt, welche im Großen und Freien zu machen, auch eine andere Jahrszeit erfordert. Um das so ganz individuell scheinende Phänomen jedoch an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzuknüpfen und verständlicher zu machen, gedachte Ritter mit der ihm eigenthümlichen Ingeniosität der Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis, deren Schwingungen man längst wieder unterdrückt und verworfen hatte. ⁷⁾ Er fand erst hier, daß dieser Versuch nicht nur ihm, sondern fast allen gelinge, die ihn bis jetzt unternahmen. ⁸⁾ In Zeit von wenigen Wochen ist er schon bis in die feinsten Modificationen und zu höchst merkwürdigen Resultaten ausgebildet worden; täglich zeigen sich neue Erscheinungen. ⁴⁾

Zink. An die *Fußsohlen*, wie über Kupfer. An die *Stirn* und *Augen* = Nordpol; bei der *Nase* wendet er sich = Südpol; bei dem *Munde* = Südpol; bei dem *Kinn* wie an der *Stirn*. Auf diese Art kann der ganze Körper durchexperimentirt werden. Entgegen gesetzt ist sich die *innere* und *äußere Fläche der Hand*. Ueber jeder *Fingerspitze* schwingt der Würfel, und zwar über der vierten oder dem *Ringfinger* allein nach der entgegen gesetzten Seite von den andern. Dieser Finger ist sogar im Stande, wenn man ihn allein auf den Rand des Tisches auflegt, wo experimentirt wird, die Schwingungen anzuhalten, oder auch, sie zu verändern. Die Versuche über die Polarität des kürzern waren es unter andern, welche der Abt Amoretti mit der Baguette schon unternommen hatte.¹⁸⁾

Die *Baguette* ist in ihrer Wirkksamkeit, nach Ritter's Bemerkung, nichts anderes, als ein doppeltes Pendel, welches in Bewegung zu setzen, nur ein höherer Grad der nämlichen Kraft erfordert wird, welche jene Schwingungen hervor bringt.

Ich habe Ihnen hier nur in Eile einige Vorübungen angezeigt, die Sie weiter kultiviren mögen, und die wahrscheinlich zu vielen von den Resultaten führen werden, auf die man hier bereits gekommen ist.

Auch dieses Vermögen will geübt seyn. In Ritter's Händen neigte sich anfangs die *Baguette* nicht, und nur dann geschah es, wenn ihm Campetti die Hände auf die Schultern legte. Jetzt ge-

schiebt es ihm und mehreren andern. Campetti's Kraft scheint etwas Mittheilendes zu haben. Seine unmittelbare Nähe reicht hin, die Regelmäßigkeit der Experimente, die neben ihm gemacht werden, zu unterbrechen; in ihm selbst hingegen offenbart sich die äußerste Regelmäßigkeit bei den Versuchen, die mit ihm angestellt werden, welche um so reiner sind, da er weder unterrichtet ist, wie Kupfer und Zink, z. B., wirken, ja sehr oft nicht weiß, welches Metall man ihm unter die Hand, oder an den Fuß gelegt hat, indem er die *Baguette* hält, welche sich ebenfalls ein- oder auswärts, nach der Verschiedenheit des Metalles neigt.¹⁹⁾ Da er kein Wort deutsch versteht, so erfährt er auch nicht beiläufig, welche Wirkung man von ihm erwartet. Es ist ein ganz einfacher, in sich zufriedener und kräftiger Mensch, der nichts weiß, als daß Gott ihm diese Gabe verliehen, und er sie durch ein mäßiges und frommes Leben bewahren müsse.²⁰⁾

BEMERKUNGEN

zu dem vorstehenden Berichte,

von

GILBERT,

Professor der Physik und Chemie.

1) Zwar nennt sich der Verfasser dieses Berichtes nicht, dem Herausgeber des Morgenblattes muß es aber, wie man hieraus sieht, hinlänglich bekannt gewesen seyn, daß er wirklich im Stande war, „ihm das Rechte

von der Sache“ zu sagen. Wir haben also nicht zu befürchten, daß man uns jetzt einwenden werde, wir erführen hier das nicht, was damahls den Münchner Experimentatoren das Rechte an der Sache dünkte. Nur diese Ueberlegung konnte mich bestimmen, mich die kleine Mühe nicht verdriessen zu lassen, die folgenden Bemerkungen niederzuschreiben.

2) Wir haben S. 380 gelesen, daß dieser Freund des Herrn Ritter Herr Weiss aus Leipzig ist, der damahls in Tyrol auf Reisen war.

3) Der Leser mag aus dem, was S. 374 u. 388 von den Versuchen Pennet's angeführt ist, selbst urtheilen, ob Pennet ein gutes Vorbild für Campetti *) war. Für ein deutsches Ohr mag *Baguette* zwar ein minder anstößiger Name als *Wünschelruthe* seyn; im Französischen bezeichnet er aber nicht nur diese, sondern auch den Zauberstab der Magier und der Feen.

4. Man vergleiche S. 391 f.

5) Der Abt Amoretti ist der Herausgeber eines wissenschaftlichen Journals, welches schon seit einer langen Reihe von Jahren unter verschiedenen Titeln: (*Scelta di Opuscoli interessanti; Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti; und Nuova Scelta d'Opuscoli interessanti,*) zu Mailand erscheint. Einen kurzen Auszug aus einem Briefe Amoretti's an den Abt Fortis, über meh-

*) Ich behalte diese Art den Namen zu schreiben bei, wenn gleich Capetti, wie ihn Herr Maréchaux im fünften Aufsatze schreibt, richtiger seyn dürfte.

rere Personen, welche die Fähigkeit haben, Quellen und Erzlager zu fühlen, aus den *Opuscoli scelti*, 1796, p. 233, findet man in diesen *Annalen*, 1803, St. 3, (B. XIII, S. 467.) „Die Eigenschaft Pennet's, Quellen, Erzlager, Steinkohlen, u. d. m., beim Hinübergeln zu entdecken, ist nach diesem Briefe nichts so außerordentlich Seltenes. Zwei Frauenzimmer, Gandolfi und Anfossi, ein alter Abt Amoretti, sein Enkel, u. a., zeigten sie in eben dem Grade, wie sie Thouvenel bei Pennet wahrgenommen hatte, und Amoretti erzählt 32 Fälle, wo absichtlich verstecktes Geld, Steinkohlenlager und in grosser Menge Quellen von ihnen entdeckt worden sind. Der junge Amoretti sagte, als er ohne Ruthe eine Quelle entdeckte, und als man ihn fragte, was er, und wo er etwas empfinde, die Füße schienen ihm einzusinken, als wenn er in dem nassen Sande des Meerufers gehe.“ — Historische und physikalische Untersuchungen von Amoretti über die unterirdische Electricität stehn in einem der letztern Jahrgänge jener Zeitschrift. Auch finde ich angeführt: *Viaggio di Milano ai tre Laghi Maggiore, di Lugnano, et di Como di C. Amoretti*, Milano 180, 262 S., 8., welches Werk Nachträge zu der ersten Reise nach diesen drei Seen im Jahre 1794, und im letzten Kapitel Beobachtungen über die so genannte unterirdische Electrometrie der Lombardei, über Pennet und über sich selbst enthalten soll.

6) An Volta wenigstens keinen, der sehr davon erbaut war.

7) Herr. Freiherr. v. Humboldt gedachte schon vor zehn Jahren, in seinem allgemein bekannten Werke über den Galvanismus, der Wünschelrute und des Schwefelkies-Pendels, die er neben einander stellte, (S. 378), und hier giebt man es uns als einen Beweis „der eigenthümlichen Ingeniosität des Herrn Ritter,“ daß er jetzt dasselbe thut, und bei der Wünschelrute, die sich in der Hand Campetti's belebt, an das Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis denkt, „dessen Schwingungen man längst wieder unterdrückt und verworfen hätte.“ Ich zweifle, ob es zu wünschen ist, so eifrige Lobredner zu haben. Wer es sey, der diese Schwingungen unterdrückte? Darauf weiß ich keine Antwort, als höchstens, daß Herr von Humboldt gemeint seyn müsse, der, wie wir (S. 379) gesehen haben, auf Versuche sich stützend, sie als Täuschung verwarf.

8) Ein Beweis, daß Herr Ritter, und alle, welche den Versuch bis dahin unternahmen, ihn sehr übereilt, und ohne die nöthigen Prüfungen und Vorsichtsmaafsregeln angestellt haben. Und doch sind es diese Versuche, aus welchen Herr Ritter, laut gegenwärtigen Berichts, alle die wundervollen Resultate zieht, die wir weiterhin finden.

9) In der That, eine eigenthümliche Art der Erzählung!

10) Mechanisch! Soll dieses Beiwort andeuten, der Würfel könne sich auch auf andere Art: physiologisch,

oder psychologisch, oder galvanisch, oder wohl gar chemisch bewegen? war dieses die Meinung, warum sollte er sich allein nicht „mechanisch“ bewegen dürfen? und warum zog man nicht die andern Arten von Bewegung ebenfalls in Betrachtung? Das würde Resultate ganz anderer Art gegeben haben. Doch man sieht wohl, die, welche sich jenes Beiworts bedienen, waren sich dabei etwas Deutlichen nicht bewußt.

11) Wir leben in der Welt der Erscheinungen; jedermann ruft ihrer täglich eine unzählbare Menge hervor; aber nicht das macht den Physiker. Er soll die Natur wissenschaftlich befragen; das heißt, er soll voraus ergründet haben, so weit es der jedesmahlige Zustand der Naturwissenschaft erlaubt, was alles für Gründe auf den Erfolg, über den er Aufklärung sucht, Einfluß haben können, und wie es möglich sey, die Umstände so einzurichten, daß man sich über den Antheil, den jeder dieser Gründe hat, völlig in das Klare setzen könne. Nur der, der nach einem solchen wohl durchdachten und geprüften Entwurfe die Natur befragt, kann Ansprüche auf den Dank machen, welchen wir jedem wahren Physiker bei seinen Arbeiten schuldig sind. Gesezt, es sey mit dem Erfolge ganz so der Fall gewesen, wie ihn die Münchner Experimentatoren an-
geben, und ihr Pendel sey jedes Mahl über Wasser oder über Metall lebendig geworden; so, dünkt mich, wäre doch wohl folgende Ueberlegung sehr natürlich gewesen; Möglicher Weise kann dieses Lebendigwerden zweierlei Ursachen haben: Entweder *rein subjectiv*,

das heißt, bloß und allein in der Person, in dem Physischen oder Geistigen des Experimentators gegründete; oder auch *objective Ursachen*, welche von der Natur des Pendels und des darunter liegenden Körpers entweder allein, oder in physiologischen Verbindung mit dem Experimentator, abhängen.

A. *Rein subjective Ursachen*, und zwar

1. *Physiologische*. Der Arm ermüdet allmählig, die Muskeln, welche ihn bei dem so genannten *stäten Fassen* anspannen, lassen nach, desto eher, je stäter man faßte, und die unwillkürlichen regelmäßigen Bewegungen im Körper erhalten nun Einfluß auf die Lage des Arms; nämlich das *Athemholen*, indem die Form der Brusthöhle und dadurch wahrscheinlich die Lage des einen festen Punkts der Muskeln, die den Arm spannen, bei jedem Aus- und Einathmen verändert werden; und der *Pulsschlag*, der das Blut abatzweise in die Muskeln treibt, und dadurch gleichfalls einen steigenden und sinkenden Reiz nach kurzen Perioden in den Muskeln, von denen die Lage des Arms abhängt, hervor bringt. Wanken aber der Arm, und mit ihm die Finger, so wohl seitwärts als auch vorwärts hin und her, so muß daraus im Pendel eine Bewegung in die Runde entstehen, kreisförmig oder elliptisch, je nachdem das Wanken nach beiden Richtungen gleich, oder das eine stärker ist. Es war daher Pflicht der Experimentatoren, durch mannigfaltig abgeänderte Versuche an ganz verschiedenen Individuen zu untersuchen: a. Ob das Pendel, wenn man es unter gleichen Umständen gleich fest gefaßt hat, nicht gleich lebendig

wird, (oder, wie es mir bei meinen Versuchen gegangen ist, gleich todt bleibt,) man mag es dicht über Wasser oder Metall, oder frei halten, von allen Körpern entfernt. 7 β. Ob nicht zwischen dem Umlaufe des Pendels und dem Athemhohlen oder dem Puls- schlage ein wesentlicher Zusammenhang Statt findet, und endlich γ. ob das Pendel, auch dann, wenn man an dem Faden einen festen Punkt anbringt, noch eben so lebendig wird wie zuvor. Man hätte zu dem Ende den genähten Faden um einen Haken oder Stift von Schellack schlagen müssen, (denn wenigstens diesem Körper gesteht Herr Ritter das Vermögen zu, für die Kraft, welche das Pendel belebt, ein Nichtleiter zu seyn,) und während man den hintern Theil des Fadens mit den Fingern hielt, mit dem vom Stifte frei herab hängenden Pendel die Versuche wiederholen müssen. Versuche dieser Art waren, dünkt mich, unnachlässig. Und doch findet man davon in allen Münchener Berichten keine Spur.

2. *Psychologische Ursachen.* Ueber den unbegreiflich feinen und schnellen Einfluss dunkler Vorstellungen und überhaupt des Geistigen auf den Körper, ohne daß wir uns desselben klar bewußt sind, würden wir stündlich in das höchste Erstaunen gerathen, wären wir nicht immerfort von Wundern umringt. Die Gelegenheit kann für Wirkungen dieser Art kaum günstiger seyn, als hier, wo das allerbeweglichste, das so genannte Pendel dieser Versuche, zwischen zwei Fingern, in einer sehr beweglichen Lage des Arms frei gehalten wird. Sollte

nicht der bloße Glaube, der bloße Wunsch, einer der Auserwählten zu seyn, die mit der geheimen Kraft, welche man zum Glücken dieser Versuche fordert, begabt sind, bei jungen und lebhaften Leuten allein schon hinreichen, das Pendel lebendig zu machen, ohne daß sie sich der geringsten freiwilligen Mitwirkung bewußt werden? Und sollte nicht schon der bloße Unglaube das Pendel, (um in der Sprache des Berichts zu bleiben,) tödten können? Bei den Versuchen, die ich mit mehreren angestellt habe, wurde mir das sehr wahrscheinlich. Ich selbst habe nur Ein Mal das Pendel in meiner Hand sich beleben sehen, ohne daß ich es abichtlich in Kreisbewegung zu bringen mir bewußt war; und gerade das Eine Mal war der Wunsch recht lebhaft in mir, das Pendel möge den Kreislauf beginnen. Man lese, was von einer ähnlichen Erfahrung im fünften Aufsatze Herr Maréchaux erzählt. Bei den Versuchen pflegt man das Pendel unverwandt im Auge zu behalten. Wozu wäre das nöthig, wenn nicht während des Versuchs das Auge einen beständigen Einfluß auf den Arm, und durch ihn auf das Pendel ausübt? Bei einem meiner Freunde kam das Pendel jedes Mal in Bewegung, so bald er dasselbe über Wasser brachte, blieb aber in einem leeren Glase in Ruhe; er protestirte gegen den unter γ angegebenen Versuch, weil es möglich sey, daß das Wesen der Erscheinung darauf beruhe, daß der Einfluß des Wassers die freie Bewegung des Arms modificire und so die Kreisbewegung erzeuge; nun schlug ich ihm vor, sich die Augen

zu verbinden, und ich hielt abwechselnd bald ein leeres Glas, bald ein Glas voll Wasser unter das Pendel. Der Erfolg blieb immer derselbe in beiden Fällen; in beiden Ruhe, oder in beiden schwankende Bewegungen von gleicher Art und Stärke. Nach den scharffinnigen Versuchen, welche mir durch Herrn Pfaß zu gekommen sind, und die man in einem der folgenden Aufsätze findet, scheint es selbst, als sey diese geheime Gewalt des Auges fast der einzige Grund der Selbsttäuschung bei den meist so übereilt angestellten Versuchen mit dem Schwefelkies-Pendel. Wenigstens sieht man, daß es eine wesentliche Bedingung ist, um entscheidende Versuche zu erhalten, das Auge außer Spiel zu bringen. Aber auch daran scheinen die Münchner Experimentatoren damahls nicht gedacht zu haben; obgleich Herr von Humboldt, als er vor zehn Jahren der Schwefelkies-Pendel in Verbindung mit der Wünschelruthe und dem Galvanismus gedachte, auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, und auf diesem Wege den Beweis, daß höchst wahrscheinlich die Sache Täuschung sey, geführt hatte. Dafür glückte aber auch der Versuch mit dem Schwefelkies-Pendel beinahe jedem, der ihn im Jan. in München anstellte; und erst seitdem ist es mit dem Dinge anders geworden. Sehr merkwürdig ist in dieser Hinsicht ein Zeugniß, auf welches in dem fünften Aufsätze Herr Maréchaux sich bezieht: „wenn „Campetti'n die Augen verbunden waren, gehorchten die Schwingungen dem Metalle nicht mehr.“ Und das konnten die Münchner Experimentatoren in allen ihren Berichten uns verschweigen!

B. *Objective Ursachen.* Dafs sie es sind, welche das Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis beleben, wenn es anders belebt werde, das scheint der Gedanke gewesen zu seyn, dessen der Herr Akademikus Ritter voll war, als er an diese Versuche ging. Denn es geschah, wie der Bericht sagt, „um das so ganz individuell scheinende Vermögen des Wasser- und Metallfühlers Campetti an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzuknüpfen, dafs Herr Ritter dieser Pendel gedachte.“ Nur ein solcher vorgefaßter Gedanke, verbunden mit dem Eifer, womit man der Verfolgten sich anzunehmen pflegt, vermögen es, dünkt mich, zu erklären, wie Herr Ritter, und die, welche mit ihm experimentirten, als sie „die längst wieder unterdrückten und verworfenen Schwingungen“ in ihrer Hand hervor treten sahen, die so natürliche Ueberlegung völlig aus der Acht lassen konnten, ob denn auch die vorgeblich Unterdrückten ihres Mitleids werth wären, oder nicht vielmehr sie täuschten und in eine böse Sache zu verwickeln suchten. In der That trägt der ganze Bericht die unverkennbarsten Spuren, dafs die Experimentatoren während der ersten Wochen noch gar nicht ernstlich daran gedacht hatten, dafs allen diesen Schwingungen blofs subjective Ursachen zum Grunde liegen könnten. Ja sie fertigten den Gedanken an Möglichkeit einer Täuschung weiter hin so vornehm ab, als ob sie es übel nähmen, dafs dieser zudringliche Zweifel sie in der kindlichen Freude an das stören wolle, was die Natur sie so unverhofft finden liefs. Aber das ist nicht die Art, wie man zu Entdeckungen kömmt, die bleiben, und

und nicht das Verfahren des wahren und nüchternen Forschers, ehe das des begeisterten Sehers, der der Natur seine Gesichte aufdrücken zu können glaubt.

Wenn eine objective Ursache die Erscheinungen des schwingenden Pendels begründet, so muß der Körper, der unter dem Pendel liegt, einen physischen Einfluß auf das Pendel, und vielleicht durch dieses auf irgend etwas ausüben, das in den organischen Kräften dessen begründet ist, der das Pendel hält. Wie soll man sich diesen Einfluß denken? durch welche bekannte Kräfte in der Natur soll er begründet und nach welchen bekannten Naturgesetzen soll er bewirkt werden? Dafs der Galvanismus, der schon so viele Wunder gethan hat, und von dem man uns noch so manches verheißt, auch dieses ohne großes Widerstreben auf sich nehmen, und vielleicht zugleich die Wunderwerke der Wünschelruthen mit erklären werde; das mag in den ersten Wochen, nachdem das Pendel angefangen hatte zu schwingen, den Experimentatoren vorgeschwebt haben: allein im Detail hatten sie diesen Gedanken wohl noch nicht ausgemacht, denn in der Ankündigung findet sich darüber nichts. Auch war es gar nicht leicht, hier die bekannten Gesetze des Galvanismus in Anwendung zu bringen. Was soll man bei den kreisenden Pendeln für die beiden Erreger nehmen? wie sich die Einwirkung in die Ferne zwischen dem Schwefelkiese und dem Körper unter dem Pendel denken, von der wir bei so schwachen Graden von Electricität noch kein Beispiel haben? Und was sollen wir vollends zu dem Pendel des Abts For-

is mit seidenem Faden, (f. S. 376,) und zu seinem Versuche mit dem Gelde im Kasten seines Schreibetisches sagen? Auf alles das war die Antwort schwierig. Herr Ritter hat seitdem einen ganz eignen Weg durch dieses dädalische Labyrinth aufgefunden. Ein Metallstreifen, der horizontal auf der Spitze eines senkrecht gehaltenen Fingers schwebt, ist ihm der Faden der Ariadne geworden, und statt dafs zuvor das Pendel ihm die Brücke seyn sollte, auf der er den Galvanismus zu der verborgenen Kraft der Metall- und Wasser-Fühler hinüber zu führen hoffte, hat vielmehr eine Wünschelruthe im Kleinen, (sein Balancier,) ihm eine Möglichkeit zeigen müssen, vom Galvanismus aus, zu den Schwingungen des Pendels zu gelangen; wie das aus den beiden folgenden Münchner Berichten hervor geht. Fehlte es nur nicht an den Beweisen, dafs bei den Versuchen nicht vieles, wo nicht alles, auf Täuschung hinaus läuft! und hätten wir nur völlige Gewissheit, dafs man uns nicht Einbildung für Wahrheit giebt, um Gegensätze, die man der Natur aufdringt, für Offenbarungen gelten zu machen, welche sie ihren Lieblingen anvertraut hat!

12) Sollte jemand berechtigt seyn, von uns viel Glauben zu fordern, an der Richtigkeit seiner Art zu sehen, und an der Genauigkeit, mit der er Erscheinungen auffafst, wenn sein Vortrag es so offenbar als hier der vor uns liegende zeigt, dafs er nicht überlegt hat, auf was alles für Umstände es ankommt? Das in Ellipsen oder Kreisen umher laufende Pendel soll sich „über dem Nordpole des Magneten von der linken nach

der rechten Seite“ bewegt haben. Diese Bestimmung sagt aber nichts, wenn man nicht hinzu fügt, ob man dabei im Kreise nach vorn herum, oder nach hinten herum rechnet. Da ich keiner der Glücklichen bin, in dessen Hand das Pendel schwingt, oder in dessen Gegenwart es bei gehöriger Vorsicht in der Hand andrer umher kreist, so kann ich nicht entscheiden, was gemeint ist.

13) Bekanntlich ist *Polarität* das Lösungswort der so genannten Natur-Philosophen, und derer, welche mit Herrn Ritter „den *Dualismus* zum ordnenden Princip aller Physik und Chemie aufwerfen wollen.“*) Ueberall erblicken sie in dem Gleichartigen Entgegensetzung, und all ihr Bestreben scheint dahin zu gehen, in möglichst vielen Hinsichten Entgegensetzungen und Perioden in der Natur zu finden, — oder hinein zu tragen. Ein solches Gewebe von Polaritäten, wie es Herr Ritter mit dem Pendel und mit dem Balancier entdeckt zu haben uns versichern läßt, und in dem folgenden Aufsatze selbst versichert, das nach jeder Richtung hin so in das Feine ausgesponnen ist, und ein fast vollendetes System von Entgegensetzungen ausmacht, — ist dessen ungeachtet etwas Einziges. Alles in dem, was hier ausgesagt wird, ist mit dem Pendel gefunden worden, in den ersten Wochen nachdem es lebendig geworden war, als man es über den hier genannten

*) Man sehe die Vorrede zu Winterl's Darstell. der vier Bestandth. der anorgan. Natur; auch Chenevix Kriüsch's Bemerkungen über Gegenstände der Naturlehre, Seite 29, oder *Annalen*, XX, 441.

Gegenständen kreifen liefs; ist also alles Resultat von Versuchen, von denen ich glaube dargethan zu haben, dass sie ohne Vorsicht, ohne Prüfung angestellt sind, und daher zahlreichen Täuschungen unterworfen, und ganz unfähig waren, Resultate zu geben, denen man vertrauen kann. Und doch stimmen mit ihnen, wie die beiden folgenden Berichte uns lehren, die Resultate völlig überein, auf welche so wohl die Pendel bei einem andern Verfahren, als auch der Balancier und die eigentliche Wünschelruthen geführt haben. Was daraus folgt? Der Leser möge hier für das Erste selbst den Schluss ziehen.

14) Dieses ist also der große Beweis, den uns die Münchner Experimentatoren für das geben, worauf in dieser Sache alles ankam, dass sie nämlich nicht etwas bloß subjectives objectiven Ursachen zugeschrieben, nicht etwas, das allein oder doch größten Theils einem täuschenden Einfluss ihres Körpers oder ihrer Vorstellungen auf den Versuch zukam, aus physischen Einflüssen, welche die Körper auf eine bisher noch unbekannte Art auf einander ausüben sollen, erklärt, und uns also nicht in das Reich der Täuschungen und der Gaukelspiele der Phantasie versetzt haben. Und dieser Beweis ist — eine Appellation „an das eigne bestimmte Gefühl, dass das Pendel ohne allen mechanischen Anstoß schwingt;“ und die nachdrucksvolle Versicherung: „auf das bestimmte, wird es jede Vermuthung einer Täuschung, die man hierbei ausklügeln könnte, widerlegen.“ Also, das sind die Täuschungen alle, von denen die Experimentatoren glaubten allenfalls eine Notiz nehmen zu müssen: ein

mechanischer Anstofs; alle übrigen überlassen sie andern auszuklügeln; sie sind schon im voraus auf das bestimmteste widerlegt. Wahrlich, mit Recht fordert man uns auf, vor so grossen Naturforschern, vor so überlegenen Experimentatoren das Knie zu beugen, und alles auf das Wort zu glauben, was man so vorsichtig und mit so vieler Umsicht der Natur abgefragt hat.

Doch noch zwei Gründe:

15) „*die Regelmässigkeit der Resultate wird Sie vollends überführen.*“ Diese Regelmässigkeit kann aber doch so gross nicht gewesen seyn, da Herr Ritter damahls gefunden hatte, „dass der Versuch mit dem Pendel nicht nur ihm, sondern *fast allen* gelinge, die ihn unternahmen“, und da der Versuch jetzt *nur wenigen*, welche mit der eignen dazu nöthigen Kraft begabt sind, gelingt. Ueberdies würde die Regelmässigkeit der Resultate nichts für die Richtigkeit der Schlüsse der Experimentatoren beweisen, da sie auch darin ihren Grund haben könnte, dass die täuschenden Einflüsse bei allen Versuchen, die auf einerlei Art angestellt wurden, auf einerlei Art mitwirkten. So etwas findet sich z. B. bei den Kieler Versuchen mit dem Pendel, welche der letzte der folgenden Aufsätze erzählt.

16) „*Sie können darüber alle mögliche Experimente anstellen*“; das klingt nach viel. Eigentlich aber, dünkt mich, sollten Naturforscher, die so grosse und wichtige Entdeckungen gemacht haben, es nicht erst dem Leser überlassen; alle mögliche Experimente anzustellen, um sich zu überzeugen. Sie sollten ihm wenige entschei-

dende Versuche angeben, durch die er dahin gelangen könne, sich vollständig zu überzeugen, daß keine Täuschung im Spiele ist, und daß die Entdeckungen, welche man ihm ankündigt, in der Natur, nicht in der Phantasie sind.

17) Und welcher Versuch, den die Experimentatoren, (doch unstreitig als den allerentscheidendsten,) unter allen diesen möglichen zum Beispiele heraus heben: „*wenn der Würfel in Schwingungen ist, und nach der entgegen gesetzten Seite mechanisch herum getrieben wird, kömmt er in die erste Richtung zurück, so bald er den mechanischen Anstoß auserlitten hat.* Als wenn das irgend etwas anderes bewiese, als daß die Ursache, die das Pendel in Bewegung setzt, stetig und gleichförmig fortwirkt; welches schon vollkommen bewiesen ist, wenn wirklich das Pendel von der Ruhe ab in immer größern Kreisen zum Schwingen kömmt. Was hat aber dieses mit der Frage zu thun, ob man uns hier nicht Einbildungen und Täuschungen für Wahrheit giebt?

Wie demüthigend für jeden, dem die Wissenschaft, dem Deutschlands Ehre am Herzen liegt, zu so angekündigten Entdeckungen, solche Bemerkungen schreiben zu müssen!

18) Wer sieht bei diesem allem nicht mit Erstaunen zu den Experimentatoren hinauf? Und nun vergleiche man hiermit noch ein Mahl Bemerkung 13.

19) Diese beiden Stellen über die Wünschelrute verdienen bemerkt zu werden. Nach der ersten ist sie ein doppeltes Pendel; nach der zweiten neigt sie sich ein-

oder auswärts. Ersteres ist indess ein sehr uneigentlicher und spielender Vergleich, und was letzteres sagen soll, ist nicht leicht zu errathen. Pennet legte die Wünschelruthe auf die Finger, (man vergl. S. 372,) so thut es also auch wahrscheinlich sein Schüler Campetti, (vergl. S. 400,) und in so fern sie in ihrer Mitte aufliegt, kann man bei einer drehenden Bewegung derselben, eine sehr entfernte Aehnlichkeit mit einem doppelten kreisenden Pendel finden. Wenn die so liegende Ruthe sich *neigt*, so geht das eine Ende derselben *herauf*, das andere *herab*, und doch soll die Wünschelruthe sich *ein- oder auswärts neigen*. Hat der Berichtserstatter etwa sagen wollen, sie *drehe sich ein- oder auswärts*? Doch selbst dieses angenommen, so bleibt es sehr schwer, einen Sinn hierin zu finden; denn bewegt sich nicht immer zugleich das eine Ende einwärts und das andere auswärts, wenn die Ruthe sich um einen Punkt in ihrer Mitte horizontal auf den Fingern dreht? Zwar beschreibt Thouvenel oder sein deutscher Uebersetzer, die Bewegung der Wünschelruthe um nichts besser; ich für meinen Theil würde es indess nicht für sehr ehrenvoll halten, ein Physiker wie Thouvenel zu seyn.

20) Nun, noch einen Schritt weiter, und man belehrt uns, daß das ganze grofse Gebäude von Polaritäten und Perioden unmittelbare Offenbarungen sind, die man glauben muß, ohne nach Gründen zu fragen. Und wehe dann den Armen, die keinen Glauben finden können, und deren Vernunft nichts ohne hinreichende Gründe einsehen will!

Z U S A T Z,

*einige von den Herren Winterl und Buchholz
angestellte Versuche mit dem Schwefel-
kies-Pendel betreffend.*

Ich füge diesem Commentare zu dem ersten Münch-
ner Berichte noch einige Bemerkungen zu Pendelverfu-
chen des Herrn Prof. Winterl in Pesth bei, die durch
jenen Bericht veranlaßt worden sind, und die man in
dem *Journal für Chemie* des Herrn Gehlen, Band 3,
S. 732, findet.

Herr Winterl hat die Versuche, welche er dort
erzählt, mit mehr Ueberlegung als die Münchner Expe-
rimentatoren angestellt, und erhielt deshalb ein weit
richtigeres Resultat. Er zog den Faden des Pendels
durch eine kurze, enge, unbeweglich befestigte Glas-
röhre, machte an dem obern Ende desselben einen di-
cken Knoten, berührte diesen mit den Fingern, und
legte nun dicht unter den Schwefelkies, der an dem
Faden hing, nur $\frac{1}{2}$ Linie von demselben entfernt, die ver-
schiedensten Körper, welche durch ihre Einwirkung auf
den Schwefelkies das Pendel in Schwingung bringen
sollen, einige rechts herum, andere links herum, wie
das S. 404 und 405 gelehrt wird. Allein das Pendel
blieb in vollkommener Ruhe, er mochte den Pol eines
Magnetens, oder Metalle, oder Wasser, oder andere je-
ner Körper nehmen, und es mochte an den Enden ein
Schwefelkies oder ein goldener Ring hängen. Dasselbe
geschah, als er den Faden des Pendels durch ein kleines
Loch in einem Tische gehen, und auf diesem die beiden

Finger, die es hielten, ruhen liefs. Hielt er dagegen das Pendel frei mit aufgehobener Hand, so kam es in elliptische und dann in kreisförmige Schwingungen, der Schwefelkies machte nahe über andern Körper hängen oder nicht; und zwar erfolgten die Schwingungen *nach jeder Seite, nach welcher er es wünschte*, ob er gleich dem Wunsche nicht zu Hülfe kommen wollte.

Alles dieses giebt einen offenbaren Beweis, dafs die Münchner Experimentatoren bei der übereilten Art, wie sie ihre Versuche mit dem Pendel angestellt, und aus ihnen Resultate gezogen haben, allen den in Bemerkung 11 aufgezählten Täuschungen unterlegen sind. Und sollte nicht dieser Beweis selbst sie überzeugen, dagegen Herrn Winterl's Autorität sie wenigstens gewifs nichts werden einzuwenden haben?

Noch eins ist in der Erzählung des Herrn Professors Winterl merkwürdig. „Die Pendelversuche“, sagt er, „beschäftigen an allen Ecken *die elegante Welt*, für die das Cottaische Morgenblatt geschrieben ist; in zwei Gesellschaften sah ich die sämmtlichen Versuche wiederhohlen; *sie gelangen ohne Ausnahme*.“ Man sieht, wohin es führt, wenn man die elegante Welt, die von allem dem, was dazu gehört, um in Wissenschaften urtheilen zu können, grössten Theils gar keinen Begriff hat, zur Stimmgeberin oder zur Richterin bei Gegenständen machen will, über die nur der wissenschaftliche Mann urtheilen kann; zur Cranioskopie, zur Wünschelruthe und wer wifs wozu noch sonst. Gerade so wie die so genannte Naturphilosophie sich dadurch für einige Jahre auf den Thron geschwungen hatte, dafs man jun-

ge Leute, welche unsere Universitäten, um zu lernen, bezogen, zu Schiedsrichtern in den letzten Angelegenheiten der menschlichen Vernunft erhob.

Herr Gehlen sagt in einer Anmerkung, er wolle die Gelegenheit benutzen, von einigen Beobachtungen des Herrn Buchholz Nachricht zu geben, und nun führt er eine Menge Versuche an, welche Herr Rathsapotheker Buchholz in Erfurt angestellt habe, und die den Auslagen des ersten Münchner Berichts über alle Mäßen günstig zu seyn schienen. Damit man mich nicht beschuldige, ich führe nur das an, was sich gegen den Münchner Bericht sagen läßt, und verschweige, was dafür ist, so halte ich es für meine Pflicht, auch diese Versuche mit wenigen Worten zu commentiren. Die in den Anführungszeichen eingeschlossenen Worte, sind die Erzählung des Herrn Gehlen: „Die im Morgenblatte angegebenen Versuche gelangen ihm durchgängig statt des Schwefelkieses mit gemeinem Schwefel.“ Dieses hat nach dem, was wir von den Täuschungen, welche bei den Versuchen mit dem Schwefelkies-Pendel mit einfließen, besonders von den physiologischen, (S. 413,) bemerkt haben, an sich nichts überraschendes. Wohl aber würde es das in so fern haben, als die angeführten Versuche von Herrn Buchholz herrühren sollen, der bekanntlich zu unsern genauesten Chemikern gehört, und überall in der Chemie kritisch und überlegt zu Werke geht. Ihn in einem andern Fache der Naturforschung, wenn es gleich nicht zunächst das seinige ist, nicht mit der sonst an ihm gewohnten Umsicht und Kritik verfahren zu sehen, das würde al-

Irdings befremden müssen, wenn er die hier erzählten
 Versuche selbst bekannt gemacht hätte. So ist es aber
 Herr Gehler, der sie uns erzählt, und es bleibt da-
 her sehr zweifelhaft, wie viel Antheil Herr Bucholz
 an allen diesen Ausagen hat; und ob er nicht vielleicht
 bei flüchtig angestellten Versuchen, die nicht für das
 Publikum bestimmt waren, und keinen chemischen Ge-
 genstand betrafen, mehr mit den Augen eines an-
 dern als mit den seinigen gesehen hat. — „Die Schwin-
 gungen sind bei ihm ausnehmend groß, 6 Zoll und
 „mehr im Durchmesser, und als Herr Bucholz sich
 „mit Herrn Dr. Haberle anfaßte und das Pendel
 „über dessen Kopf hielt, betrug der Durchmesser mehr
 „denn Schuh.“ Sehr natürlich, bei der viel ungewil-
 fern und gezwungnern Lage des Arms. — „Knüpfte
 „man den Faden an eine Glasröhre oder an eine Sie-
 „gellackstange, so traten keine Schwingungen ein, er-
 „folgten aber, wenn man die Röhre oder die Lack-
 „stange nebst dem Faden und der Hand befeuchtete, so
 „wie sie Statt fanden, wenn der Faden, statt an jene
 „Körper, an eine Schere oder andere Metallstange gebun-
 „den war.“ Wankten die Hand oder die Finger so, daß
 dadurch im Pendel die Kreisbewegung entstehen mußte,
 so mußte auch das, was man in der Hand oder in den
 Fingern hielt, und woran das Pendel befestigt war, auf
 dieselbe Art wanken; also das Pendel eben so schwin-
 gen wie zuvor. blieb die Hand in völliger Ruhe, so
 war dasselbe mit der Schere und dem daran befestig-
 igten Pendel der Fall. Daß also bei dem auf diese Art
 gehandhabten Pendel dieselben psychologischen Täu-

schungen wieder eintraten, welche bei der Wiederholung der Münchner Versuche so wohl in der eleganten Welt, als von Herrn Winterl mit einem Pendel, das er in freier Hand hielt, Statt gefunden hatten, — dieses ist nichts was uns in Verwunderung setzen dürfte; eher möchte es der Umstand seyn, daß der Berichtserstatter an alles das nicht gedacht hat. — „Die „Kreise sind in der flachen Hand von Anfang an voll- „kommen, so wie man aber die Hand umkehrt und den „Rücken derselben unterhält, gehn sie durch die El- „lipse in Längenschwingungen über. Hier ist doch in „den erwähnten Fällen schwerlich an eine dem Faden „mechanisch mitgetheilte Bewegung zu denken.“ Ja und nein, je nachdem man sich über das erklären will, was das heißen soll, mechanisch mitgetheilte Bewegung. „In die freie Luft gehalten, kam das Pendel nicht, wie „bei Winterl in Schwingung.“ Auch das ist leicht erklärlich. Alles kam hierbei auf den Glauben an. In diesem Falle war Herr Bucholz der Gläubige und Herr Winterl der Ungläubige; das zeigt sich offenbar daraus, daß Herr Winterl an kritische Versuche dachte, Herr Bucholz aber nach Hrn. Gehlen's Bericht diese nicht, oder wenigstens nicht mit kalter Ueberlegung unternahm. — „Herr Bucholz „sah auch, daß er Andern, denen die Versuche erst „nicht gelangen, diese Kraft für den Augenblick mit- „theilen, oder sie in ihnen wecken konnte, so daß sie „nachher ihnen immer gelangen.“ Herr Bucholz weckte nämlich ihren Glauben, und damit war dieses Wunder geschehn.

Gulielm. Leibniz. Gilbert. 1787

3.

NACHRICHT

*des Herrn Akademikus Ritter von den
Versuchen mit seinem so genannten
Balancier.*

*Im Auszuge aus einem am 18ten April ge-
schriebenen Briefe desselben an Herrn
Prof. Weiss aus Leipzig.²¹⁾*

Mit einigen Bemerkungen

vom

Professor GILBERT.

Herr Ritter hatte eine lange Reihe von Versu-
chen mit der Wünschelruthe und mit den Pendeln
angestellt, welche durch die Kräfte in Bewegung
kommen, die den Gegenstand seiner Untersuchen-
gen ausmachen. An die Stelle beider hat er jetzt
ein sehr einfaches Instrument gesetzt, das bei wei-
tem sicherer ist, ob es gleich weit kleinere Räume
durchläuft. Die stärkste Bewegung desselben ist
ein Drehen von 45° , inßels die Wünschelruthe und
ähnliche Instrumente mehrere ganze Umdrehungen
hinter einander machen können.²²⁾ Er nennt es
Balancier.

Dieser Balancier ist ein kleiner Stab oder re-
ctangularischer Streifen von Kupfer, ungefähr 6 Zoll
lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und von willkührlicher Dicke,

den man auf der Spitze eines senkrecht ausgestreckten Fingers, während die andern gekrümmt sind, in recht horizontaler Lage ins Gleichgewicht bringt. Am meisten eignet sich dazu der Mittelfinger der linken Hand. Man hält den Finger, der den Balancier trägt, möglichst unbewegt, und für den Balancier ist die schicklichste Stellung die, „daß das eine Ende desselben gegen die Person gerichtet ist, welche den Versuch anstellt, und das andere Ende nach aussen.“ Doch hat die Richtung, in welcher der Balancier steht, auf den Erfolg keinen Einfluss. Zum Balancier kann man auch andere Metalle nehmen; selbst Glas oder Siegellack oder Papier; denn es isoliren hier nur die vollkommensten Nichtleiter der Electricität, wie z. B. Schellack, und nur sie kommen als Balancier nicht in Bewegung. Es ist gut, die Spitze des Fingers, auf der der Balancier aufliegt, mit einer leitenden Flüssigkeit etwas zu befeuchten; je besser sie leitet, desto ausgezeichneter ist der Erfolg. Nimmt man dazu Oehl, so bleibt aller Erfolg aus; Oehl isolirt aber auch fast eben so gut als Schellack.

Den Balancier in Bewegung zu setzen, dazu gehört eine besondere Kraft, mit der ziemlich wenige begabt sind; ihre Zahl ist sehr viel kleiner, als die Zahl derer, für welche die Wünschelruthe empfindlich ist; doch hat Hr. Ritter deren einige, theils Männer, theils Frauen gefunden.²³⁾ Der Balancier kommt unter bestimmten Umständen nach einer

bestimmten Richtung in Bewegung, welches auch seine anfängliche Lage gewesen ist. Folgendes sind die gewöhnlichen Erscheinungen:

1. Bei Campetti, und so im Allgemeinen bei Männern, kömmt der Balancier, wenn er auf die angegebene Art auf eine der Finger Spitzen der *linken Hand* gelegt wird, sehr bald in eine drehende Bewegung, und zwar auf dem Mittelfinger, dem Zeigefinger oder dem Daumen dreht er sich nach *aussen*, d. h., nach der *rechten* Seite, dagegen auf dem Ringfinger und auf dem kleinen Finger nach *innen*, d. h., nach der *linken* Seite.²⁴⁾ Die Finger der *rechten Hand* stehn mit den gleichnamigen der linken Hand, in Absicht der Richtung, nach welcher der Balancier sich dreht, nach Herrn Ritter im Gegensatze.

2. Frauen, welche die eigenthümliche Kraft besitzen, theilen dem Balancier unter den gleichen Umständen, Bewegungen nach entgegen gesetzter Richtung als die Männer mit.²⁵⁾

3. Steht die Person während der Versuche mit Metallen oder einigen andern Körpern in Berührung, so hat dieses auf die Richtung, nach welcher der Balancier sich dreht, grossen Einfluß. Wenn Campetti, während er den Balancier auf dem Mittelfinger der linken Hand trägt, Zink, Zinn, Blei oder Stahl unter seinen Füßen hat, so erfolgt + die Bewegung „nach einer der gewöhnlichen *entgegen gesetzten* Richtung, d. h., der Streifen geht von der Rechten zur Linken.“ Ist es Eisen, Kupfer, Messing, Gold, Silber, Kohle, Reifsblei, —

u. f. w., so geschieht das Drehen nach der *gewöhnlichen* Richtung mit größerer Kraft.

Auf dieselbe Art, wie die mit $\perp$ bezeichneten Metalle, wirken auch: der *Nordpol* eines Magnetstabes, das *obere* Ende irgend einer Frucht, die *Wurzel* sammt dem Theile des Stammes eines Baumes, der ihr zunächst ist, und der *Kopf* eines Kindes oder Mannes. Auf gleiche Art mit denen mit — bezeichneten Metallen wirken der *Südpol* eines Magnetstabes, das nach dem Stiele zu gerichtete Ende einer Frucht, das *obere* Ende eines Baumes oder einer Pflanze, das *Kinn* und die *Fußsohlen* eines Kindes, eines Mannes, u. f. w.

Selbst die Farben des Prisma und die strahlende Wärme und Kälte hat Hr. Ritter in dieser Hinsicht untersucht.²⁶⁾

4. Die hier genannten Körper äußern ihre Einwirkung auf die Bewegung des Balanciers schon dann, wenn Campetti sie nur mit einem der Finger der andern Hand, oder mit andern Gliedmaßen berührt; aber auch hier zeigt sich wieder der vorige Gegensatz in den Fingern und ein ähnlicher in den übrigen Gliedmaßen. Berührt er, während der Balancier auf dem Mittelfinger der linken Hand liegt, Zink mit dem Mittelfinger der rechten Hand, so dreht der Balancier sich eben so, als wenn er Zink unter den Füßen hätte; dagegen nach entgegen gesetzter Richtung, oder nach aufsen, wenn er ihn mit dem kleinen Finger der rechten Hand berührt. Bei Kupfer findet das entgegen gesetzte Statt. Die

Ord-

Ordnung in den beiden Reihen der Körper bleibt für jedes Gliedmafs unverändert ein und dieselbe, wie sie oben genannt sind. ²⁷⁾

5. Es ist nicht einmahl nöthig, daß eine wirkliche Berührung zwischen diesen Körpern und den Gliedmaßen Statt finde. Campetti braucht die Spitze des Mittelfingers der rechten Hand einem dieser Körper nur bis auf 1 Zoll zu nähern, um den Balancier in Bewegung zu setzen; doch ist bei völliger Berührung das Drehen stärker. ²⁸⁾

6. Nimmt man einen Balancier aus Zink und einen aus Kupfer, und legt einen über den andern auf die Spitze des linken Mittelfingers, so wird, wenn der von Zink unten liegt, die gewöhnliche Bewegung des Balanciers *nach außen* sehr verstärkt; wenn dagegen der von Kupfer unten liegt, so geht die Bewegung nach der andern Seite, oder *nach innen* vor sich. Und dieses giebt ein Mittel ab, wie man die Electricität, die in der Berührung zweier Körper entsteht, der Art nach erkennen kann.

7. Ruht der einfache Balancier wie gewöhnlich auf dem linken Mittelfinger, und taucht man einen der Finger der rechten Hand in ruhiges Wasser, oder in Erde, die mit reinem Wasser genäßt ist, so wird der Balancier sogleich unbeweglich. Ist das Wasser dagegen in Bewegung, so dreht sich der Balancier *nach außen*; und befindet sich unter dem ruhigen Wasser ein Metall oder die Wurzel einer Pflanze, so dreht sich der Balancier so, als hätte man diese Körper unmittelbar berührt. Wenn Campetti

die Wänschelruthe auf die gewöhnliche Weise hielt, so drehte sie sich über fließendem Wasser oder über Quellen stets von innen nach aussen, d. h., wie über der $\div$ -Reihe.

8. Es erfolgte im Balancier einerlei Wirkung, Campetti mochte in allen vorigen Versuchen mit den genannten Körpern in unmittelbarer, oder nur in mittelbarer Berührung durch andere Menschen, ja selbst durch eine Kette von 10 Menschen seyn, nur dafs in den letztern Fällen die Wirkung schwächer war. ²⁹⁾

9. Alle physiologische Verrichtungen haben einen eben so grossen Einflufs auf diese Versuche. Der auf dem linken Mittelfinger ruhende Balancier dreht sich während eines tiefen Ausathmens sehr stark nach aussen, während eines tiefen Einathmens sehr stark nach innen. Wenn man den linken Arm steif ausstreckt, so bewegt er sich nach innen; dasselbe geschieht, wenn man diesen gebeugt läfst und den rechten Arm steif ausstreckt. Die Beugung bringt stets den entgegen gesetzten Erfolg der Streckung hervor, d. i., ein Drehen nach gewöhnlicher Richtung, und zwar verstärkt. Und das ist gleich für alle Glieder, die sich zu strecken und zu beugen vermögen. ³⁰⁾

10. Herr Ritter liess von Campetti'n, während der Balancier auf der Spitze des linken Mittelfingers lag, mit der Spitze des rechten Mittelfingers wiederholt eine Zink- oder eine Zinnplatte berühren, und die Zahl dieser Berührungen

mit lauter Stimme abzählen. Die obere Reihe be-
deute diese Zahlen, I ein Drehen nach innen,
A ein Drehen nach außen, o Mangel an allem Dre-
hen; dann stellt folgendes das Resultat dar:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

I, A, o, I, A, o, I, A, I, o

und so drehte sich der Balancier auch bei den fer-
nern Berührungen immer abwechselnd nach innen
und nach außen, und blieb bei einigen unbeweg-
lich, und zwar bei folgenden:

15, 21, 26, 36, 45, 55.

Dieses sind die Triangularzahlen, nur daß 26 statt
28 steht, und auch weiterhin, wichen die Zah-
len, bei denen der Balancier unbeweglich wurde,
nur um eine oder zwei Einheiten von denen in der
Reihe der Triangularzahlen ab. Zwar kommen bei
diesem sehr feinen Versuche Anomalieen vor, sie wa-
ren aber nie so groß, daß sie das allgemeine Gesetz
aufhoben, und bei den vier ersten war der Bala-
cier jedes Mal, ohne Ausnahme unbeweglich.
Zählt Campetti nicht wirklich, oder denkt er
nicht an die Zahl, so ist sie ohne Einfluß. Man
sieht daher offenbar, daß die Idee der Zahl selbst
in seinem Körper gewisse physische Wirkungen
hervorbringt, welche die beobachtete Bewegung
bestimmen.

11. Auch die Gestalt des Balanciers ist nicht
gleichgültig. Eine dünne Kupferplatte, welche die
Gestalt eines Kreises hat, dreht sich gleichartig mit
dem gewöhnlichen rectangularischen Streifen; eben-
so eine dünne Platte aus Eisen.

so ein Sechseck und ein Viereck; ein Fünfeck aber dreht sich nach den entgegengesetzten Richtungen und ein gleichseitiges Dreieck oscillirt beständig zwischen diesen hin und her, dreht sich erst wie das Fünfeck, dann wie das Viereck, darauf wieder wie das Fünfeck, u. s. f.

Gerade so dreht sich auch der gewöhnliche Balancier auf dem linken Mittelfinger, wenn Campetti mit dem rechten Mittelfinger den Mittelpunkt dieser Figuren berührt.

„Welchen Einfluß die regelmäßigen Körper auf die Bewegung des Balanciers haben, hat Herr Ritter noch nicht untersucht; es ist seine Absicht, diese Art von Untersuchungen fortzusetzen.“

12. Wie mancher kleine Umstand bei allen diesen Versuchen mit in Betracht kömmt, davon ist folgendes ein Beweis. Es hatten mehrere irgend ein Metall in Papier gewickelt, um es unter die Füße Campetti's zu legen, der den Balancier schwebend hielt. „Als Herr Ritter genau wußte, an welcher Stelle des Fußes das Metall lag, fragte er nach der Anzahl von Lagen des Papiers, welche das Metall umgaben, und errieth dann auf der Stelle aus der Bewegung des Balanciers die Art des eingewickelten Metalles. Sagte man ihm diese, so errieth er umgekehrt die Zahl der Papierlagen.“

Was die Theorie dieser Erscheinungen betrifft, so glaubt Herr Ritter sie alle der Electricität zuschreiben zu müssen. Es ist ihm geglückt, ähnliche Wirkungen durch die beiden Pole einfacher galvanischer Ketten, durch die Volta'sche Säule, durch

die Leidner Flasche und durch die beiden Electricitäten der Electrirmaschine hervor zu bringen, theils mit, theils ohne Isolatoren; und er hofft dereinst noch alle diese Erscheinungen mit Vorrichtungen hervor zu bringen, zu denen nichts Belebtes kommt, und dann nicht ferner jenes ausnehmend feinen und empfindlichen Instruments zu bedürfen, das auf den physiologischen Kräften lebender Wesen und insbesondere der menschlichen Nerven beruht.

Er beweist durch viele andere Versuche, daß der Balancier sich gerade so bewegt, als wenn in den Finger, der ihn trägt, positive Electricität träte. Und dieses findet in der That Statt. Der Finger wirkt als feuchter Leiter, und es geschieht nach dem Gesetze der Electricitätserregung nach der zweiten Klasse, daß die Balanciers in Bewegung oder in electriche Spannung mit dem Finger treten, indem der Finger $+E$, das Metall $-E$ erhält; beide Electricitäten zeigt in ihnen der Voltaische Condensator, (und das gerade auf diese Art,) sehr merklich. Ein Condensator, dessen Deckel aus demselben Metalle als der Balancier besteht, und dem dieser, indem er sich dreht, seine Electricität mittheilt, zeigt einerlei Electricität, nach welcher Richtung auch der Balancier sich dreht. Die Electricität des Fingers, welche immer positiv ist, wirkt nun weiter auf den Nerven, und je nachdem dieses dem Gesetze der Electricitätserregung der ersten Klasse oder dem der zweiten Klasse gemäß geschieht, bestimmt der Nerve die Erscheinungen auf eine verschiedene Art; und so, wie sie wirklich er-

folgen. Die Nerven des Ringfingers und des kleinen Fingers der linken Hand werden bei dem Versuche, wenn er wie gewöhnlich angestellt wird, nach dem Erregungsgesetze der ersten Klasse, die des Mittelfingers, des Zeigefingers und des Daumens aber nach dem Erregungsgesetze der zweiten Klasse afficirt. Man kann es ohne Schwierigkeit machen, daß die Nerven aller Finger nach einerlei Gesetz afficirt werden; man braucht zu dem Ende nur die positive Electricität des Fingers, der den Balancier trägt, bis auf einen gewissen Grad zu verstärken, entweder dadurch, daß man ihm $+E$ aus einer Electrirmaschine zuführt, oder daß man die Kraft des Balanciers selbst erhöht, indem man ihn aus zwei heterogenen Metallen, die auf einander gelegt werden, zusammensetzt. Mit Einem Worte, so überraschend diese Erscheinungen auch sind, die das lebhafteste Interesse verdienen, so erfolgen sie doch alle nach den Gesetzen des Galvanismus, die Ritter schon vor geraumer Zeit entdeckt, und dadurch über die ganze Mannigfaltigkeit derselben Licht verbreitet hat.³²⁾

„Es werden viele Dinge, die man für unmöglich hielt, weil sie sich mit falschen Systemen, die gelten, nicht vereinigen ließen, nicht nur möglich, sondern auch wirklich werden, und man wird ihre Nothwendigkeit durch Theorieen darthun können, denen jene Systeme vielleicht werden weichen müssen. Was die Materie betrifft, von der wir hier gehandelt haben, so wollen wir uns weder in die Theorie noch in die Versuche hier weiter einlassen.

Sie werden aber einst beweisen können, daß alle diese Erscheinungen, und viele andere allgemein bekannte, die bisher eben so wenig untersucht sind, mit den großen physischen Einwirkungen der Gestirne und des Universums auf unsre Erdkugel in sehr naher Verbindung stehen, welche nicht darauf beschränkt sind, die Erdmasse durch eine mechanische Bewegung im Raume um die Sonne zu wälzen, sondern auch in die innerste physikalische und chemische Beschaffenheit des Erdkörpers eingreifen, und sich an jedem belebten Individuum, und selbst an der geringsten Kleinigkeit, welche auf der Erdkugel existirt, weit charakteristischer und wesentlicher offenbaren. Alsdann wird man auch die Physik und die Physiologie aus einem umfassendern und wahrern Gesichtspunkte betrachten. ³³⁾

EINIGE BEMERKUNGEN

zu den vorstehenden Nachrichten,

VON

GILBERT.

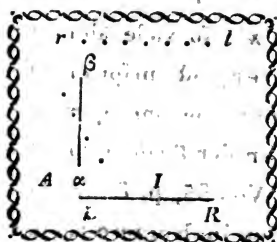
21) Auch diese Erzählung, wie so viele ähnliche von Versuchen des Herrn Ritter, ist ursprünglich bloß in einer Zeitschrift des Auslandes bekannt gemacht worden, und zwar gegenwärtige in der *Biblioth. Britannique, Scienc. et Arts*, Mai 1807, Vol. 35, p. 80 f. Ich habe den Vortrag an mehreren Stellen ins Kürzere zusammen gezogen; er ist aber der Materie nach vollständig, und folgt, wo es darauf ankam, selbst den Worten des Originals. Eine durchaus wörtliche Uebersetzung steht

in dem (im Oktober erschienenen) Maßstücke des Gehlen'schen Journals für Chemie, S. 114.

22) Man vergleiche S. 373.

23) Nach Herrn Gehlen's Versicherung gehört zu den letztern die eigene Frau des Herrn Ritter.

24) Auch hier wieder fehlen wesentliche Bestimmungen, gerade so, als im vorigen Berichte bei der Angabe der Richtung, in welcher das Schwefelkies-Pendel herum läuft, und es paßt daher die dort gemachte Bemerkung 12) auch hierher. Wenn das eine Ende des Balanciers sich nach der linken Seite eines Menschen bewegt, so bewegt das andere Ende sich nach der rechten Seite desselben Menschen; es ist also nichts bestimmt, setzt man nicht weitere Bestimmungen hinzu. Es kommt hierbei so wohl auf eine Beziehung auf die Person an, von deren Seiten die Rede seyn soll, als auf das Ende des Balanciers, nach dessen Richtung die Richtung des Drehens ein für alle Mal bestimmt werden soll. Und da wäre es wohl am natürlichsten gewesen, man hätte die Person, welche den Balancier auf



dem linken Mittelfinger trägt (LR), und das nach ihr gekehrte Ende des Balanciers (α) auf einander bezogen. Dann würde ein Drehen nach innen, (und darunter weiß

ich nichts anderes zu verstehen, als von der Seite nach der Brust zu,) sein Drehen nach der rechten Hand zu gewesen seyn, und alles war völlig bestimmt. In

Herrn Ritter's Bericht wird aber Drehen *nach außen* und nach der *rechten Seite* zusammen gestellt. Er muß also die Sache anders nehmen. Dann sind aber wieder mehrere Möglichkeiten, über die ein genauer Beobachter uns nicht würde in Ungewissheit gelassen haben. Bezieht Herr Ritter etwa die Bewegung des einen Ende des Balanciers (α oder β) auf den gegen über stehenden Beobachter (lr)? Dann wäre zwar ein Drehen nach außen zugleich ein Drehen nach der rechten Seite, allein die wahre Bewegung des Balanciers bliebe gänzlich unbestimmt, da nicht angegeben wird, welches Ende desselben dazu dienen soll, sie zu bestimmen; auch wäre es in der That höchst sonderbar, wollte man den gegen über stehenden Beobachter, dessen Stand veränderlich ist, zum Bestimmungsgrunde der Seite nehmen, nach welcher der Balancier sich dreht. Ich glaube daher vielleicht, Herr Ritter bezieht die Ausdrücke: *nach innen* und *nach außen*, auf das eine Ende des Balanciers, und zwar auf das Ende (α), welches nach der Person gerichtet ist, die den Balancier trägt; und die Ausdrücke: *nach der rechten*, oder: *nach der linken Seite*, auf das andere Ende des Balanciers (β), welches von dieser Person abgewendet und dem Experimentator zugekehrt ist. (Dreht sich α nach R, so geht β nach A.) So sonderbar und unmathematisch eine solche Bestimmungsart auch seyn mag, so ist sie doch noch die vortheilhafteste Annahme. Weiter hin lesen wir: „die Bewegung erfolgte nach einer der gewöhnlichen entgegengesetzten Richtung; d. h., der „Streifen geht von der Rechten zur Linken.“ Soll man nicht eine ganz falsche Vorstellung auffassen, (daß näm-

lich der Streifen in paralleler Lage von der Rechten zur Linken fortgerückt sey,) so mußte das Ende des Balanciers bezeichnet werden, von dem die Rede ist; aber selbst hier geschieht dieses nicht. Unmöglich kann so etwas viel Zutrauen zu einem Experimentator erwecken, am wenigsten bei denen, die an völlige Klarheit und an Schärfe gewöhnt sind.

25—31) Wer bewundert es nicht, wohin ein Metallstreifen, belebt von der seltenen Kraft, welche der Himmel Campetti'n, und einigen wenigen Auserwählten verliehen hat, in einer Zeit von kaum 12 Wochen Herrn Ritter und seine Mitexperimentatoren führen konnte? Zuerst sehen wir hier 25) drei Polaritäten, immer eine in der andern: Mann und Frau, linke und rechte Hand, äußere und innere Finger. Darauf kommen 26) zwei Reihen von Versuchen, von denen die erste den Galvanismus von weitem her einführt, und die zweite sich künftig einmahl wird gebrauchen lassen, das electriche System der Körper mit weniger Schwierigkeit dem Dualismus anzupassen. Alsdann zeigt sich uns 27) der Conflict der Polaritäten und ein festes Gesetz im Dualismus. Wir nähern uns dann 28) der Wünschelrute und dem Schwefelkies-Pendel, und erreichen die erstere 29), wobei man oben S. 375, 4. vergleiche. Dann tritt noch 30) das von Herrn Ritter entdeckte, von Herrn Pfaff aber bestrittene und widerlegte Gesetz der Polarität in der Reizbarkeit der Muskeln durch den Galvanismus hervor, so wie es sich in den Extensoren und Flexoren zeigt. Und nun geht es weiter hin 31) in das wahre Magische der Sache,

in die Gewalt der Zahlen und in die Macht der Figuren. — Dafs es in der Natur, fast überall, wo man hinblickt, Gegensätze und geheime Einflüsse der Art giebt, wie sie uns Herr Ritter als Resultate seiner Versuche mit dem Balancier schildert; hatte sich bisher der grofse Haufe der Naturforscher auch nicht einmahl träumen lassen. Nur die Wenigen hatten davon ein Ahndung, welche mit Hrn. Ritter den Dualismus für das höchste Princip in der Physik anerkannten, d. h., welche meinten, die ganze Natur sey überall nichts als Gegensatz, und diese Idee sey es, welche die Naturforschung leiten und der Anordnungsgrund der Naturlehre werden müsse, (vergl. S. 419.) Ihre Ansicht schien den Physikern eine Chimäre: hier tritt sie nun aber aus der Wunderkraft Campetti's plötzlich in die Wirklichkeit hervor. Fast möchte man mit dem Himmel rechten, dafs er diese Kraft so sparsam ertheilt und es nur wenigen Glücklichen möglich gemacht hat, sich von jenen Geheimnissen der Natur zu überzeugen; und fast möchte man mit Herrn Maréchaux zürnen, dafs er in dem fünften Aufsatze ein Zeugniß von einem Augenzeugen beibringt, durch das man an der Wahrheit alles dessen, was man uns als Resultate der Versuche mit dem Balancier angiebt, allein schon irre werden mufs.

32) Hier hätten wir also eine Theorie, welche alles aus den einfachen Grundgesetzen des Galvanismus zu erklären, und daher allen den Wundern, die man uns erzählt, das Wunderbare zu benehmen scheint. Es ist der Mühe werth, dafs wir sie Schritt für Schritt etwas genauer prüfen.

a. Der Grundstein derselben ist der Satz: Dafs der Finger als feuchter Leiter, und der Balancier, in ihrer Berührung, nach dem Gesetze der Electricitäts-Erregung der zweiten Klasse wirken, und daher der Finger hier *positiv* electrifch, der Balancier dagegen *negativ* electrifch werde. Dafür find die Beweisgründe: 1. das Gesetz der Electricitäts-Erregung der zweiten Klasse; 2. der Condensator, der im Finger $+E$, im Balancier $-E$ sehr merklich zeigt; 3. sehr viele Versuche, welche zeigen, dafs der Balancier sich gerade so bewegt, als wenn in den Finger, der ihn trägt, positive Electricität träte.

Dafs jeder feuchte Körper in Berührung mit jedem festen Körper, (der Balancier darf selbst aus Glas und Siegellack bestehen,) nur in dem ersten Augenblicke negativ, bei fortgesetzter Berührung aber, wenn zwischen ihnen die Oxydierung überhand nimmt, positiv electrifch werde, — (Hr. Ritter setzt hierein die Electricitäts-Erregung der ersten und die der zweiten Klasse zwischen einem feuchten und einem trockenen Körper;) — dies ist keins der Voltaischen Fundamentalgesetze, sondern eins der Gesetze, welche Herr Ritter aufzustellen gesucht hat. *) Er wird es uns nicht verübeln, wenn wir darein nur ein kleines Zutrauen setzen. Gesteht er doch selbst, dafs dieses Gesetz nicht überall auf unmittelbaren Versuchen, sondern zum Theil „auf einem „Calcul“ beruhe, in dessen Besitz er sich gesetzt habe, „der auf den approbirtesten Grundsätzen der Electricität beruhe, und mit dem sich in Gegenden eindringen

*) In seinem *electrischen Systeme der Körper*, Leipzig, 1805.

„lasse, wo der unmittelbare Versuch nicht mehr möglich ist.“ Der Finger wirkt nur dann als feuchter Leiter, wenn er mit einer leitenden Flüssigkeit durchnäst ist, ohnedem, vermöge der Haut, als trockner Körper und als Isolator. Nun fordert zwar Herr Ritter gleich zu Anfang eine Benetzung des Fingers als wesentliche Bedingung: da aber die Wünschelruth sich gerade so als sein Balancier, und nach denselben Gesetzen dreht, Penetret aber und andere, welche mit der Wünschelruth operirt haben, die Hand nicht benästen, und doch die Baguette in ihrer trocknen Hand umher lieh oder schlug; so kann es uns Herr Ritter nicht verdenken, wenn in uns die Meinung entsteht, er habe jene Bedingung aus seiner Theorie, nicht aus der Erfahrung genommen. — Aber Herr Ritter versichert uns, der Condensator zeige beide Electricitäten sehr merklich, und es werde auch durch sehr viel andere Versuche bewiesen, daß in den Finger + Eintreten müsse. — Hier offenbart sich nun der Nachtheil, den es bringt, Entdeckungen angekündigt und Reihen von Versuchen beschrieben zu haben, welche die Probe nicht bestehen. Herr Ritter hatte nach seiner Versicherung die electricische Polarität der Erde, die bleibende Ladung von Nadeln im Kreise der Voltaischen Säule, und die chemischen Wirkungen magnetischer Batterien, durch eine solche Menge von Versuchen bewährt, daß es kaum noch erlaubt schien, an der Richtigkeit dieser großen Entdeckungen zu zweifeln: Und doch, als Erman sie prüfte, zeigte es sich, daß sie alle unrichtig waren. Wie kann man daher verlangen, daß wir uns mit bloßen Versicherungen des

vielleicht der Ritter'sche Gegensatz in den Flexoren und Extensoren zu Hülfe kommt. — Ist das wirklich der Fall, daß der Finger sich bewegt, und daß nicht bloß auf ihm der Balancier sich dreht; so brauchen wir nicht weiter zu suchen, wo der Grund der Täuschungen verborgen ist, denen Hr. Ritter und seine Mitexperimentatoren auch bei diesen Versuchen mit dem Balancier unterlegen haben. Alles, was von den psychologischen Einflüssen auf die Schwingungen des Pendels oben (S. 413) gesagt worden ist, gilt alsdann mit wenigen Abänderungen auch von den Drehungen des Fingers, der den Balancier trägt, und es ist nicht schwierig, zu den oben angegebenen physiologischen Gründen der Täuschung, hier ähnliche aufzufinden; welches ich indeß dem Leser überlasse. Da der Balancier genau auf dieselben Resultate führen soll, als die Schwefelkies-Pendel, und letztere ganz ohne Streit, einer Menge täuschender Einflüsse unterworfen sind; so müssen dieselben auch auf den Balancier einwirken. Wir sind hier auf eine Möglichkeit gekommen, wie dieses zugehen könnte; und sie ist, so viel ich absehe, die einzige, die sich annehmen läßt. Dadurch wird die obige Vermuthung zur großen Wahrscheinlichkeit.

4. Aber es ist Hr. Ritter gelungen, wie er sagt, ähnliche Wirkungen, als sich am Balancier bei Campetti zeigen, durch die beiden Electricitäten der einfachen galvanischen Kette, der Voltaischen Säule, der Leidner Flasche, und der Electrirmaschine auf verschiedene Art hervor zu bringen; und er hofft noch sie dereinst ohne alle Mitwirkung der Nerven oder von etwas Belebtem hervor zu rufen.

So etwas ihm auf sein Wort zu glauben, hat uns noch kein großer Naturforscher zugemuthet. Jeder von ihnen war zu bescheiden, um nicht den Beweis zugleich mit der Entdeckung vorzulegen, damit andere die Hauptversuche wiederhohlen, und die Gründe Schritt für Schritt prüfen möchten, bevor sie etwas von der neuen Entdeckung annahmen. In den Ankündigungen von Entdeckungen, welche Herr Ritter gemacht hat, mit denen er oder seine Freunde von Zeit zu Zeit das größere Publicum unterhalten haben, finden wir dagegen fast immer nur die Versicherung, daß dem allen so sey, wie man es uns sagt, und daß es sich auf mannigfaltige Art beweisen lasse. Dafür aber wird in ihnen der Vorhang vor dem Allerheiligsten auf einen Augenblick zurück gezogen, und man läßt uns einen ahnenden Blick in die bessere Zukunft werfen, wo endlich das Gemeine zu Grunde gegangen, und die Herrschaft der Polaritäten und des Dualismus, und mit ihr wieder der alte Aberglaube, in voller Glorie da seyn wird.

33) Eine solche prophetische Verheißung beschließt auch diese Nachrichten in der *Bibliothèque Britannique*; und zwar läßt man uns dieses Mahl das nahe Glück ahnen, die Astrologie in ihrer alten Würde wieder hervor treten zu sehen. Ich habe zu ihr weiter nichts hinzu zu fügen, als in der Seele aller physikalischen Adepten der neuesten Zeit den Wunsch, daß das neue Jerusalem in der Physik und Physiologie noch vor dem jüngsten Tage zu uns kommen möge.

(Die Fortsetzung im nächsten Stücke.)

II.

*Die Gesellschaft von Arcueil,
geschrieben*

VON

BERTHOLLET.

Die Physik und die Chemie, deren Verbindung täglich inniger wird, werden in einem grossen Theile von Europa mit einem solchen Wetteifer betrieben, daß von allen Seiten her Entdeckungen hervor treten, deren eine schnell der andern folgt. Widersprechende Meinungen scheinen indeß oft Ungewissheit über die Resultate zu verbreiten, und die Versuche selbst werden immer schwieriger.

Sollen wir in diesen Kenntnissen wahre und bleibende Fortschritte machen, so müssen die Thatfachen mit grosser Schärfe dargestellt, die Mittel, sie aufzufinden, vervollkommnet, und die von verschiedenen Physikern und unter verschiedenen Umständen erhaltenen Resultate sorgfältig mit einander verglichen werden. Nur auf diese Art kann man mit Hülfe einer gesunden Kritik zu unerschütterlichen Theorien und zu Wahrheiten gelangen, welche über allen Streit erhoben sind.

Die Wissenschaft macht desto mehr Anstrengung nöthig, je mehr sie an Ausdehnung und an Vollkommenheit gewinnt, und sie muß nach einer de-

sto größern Schärfe streben, je schwieriger ihre Untersuchungen werden.

Eine Gesellschaft von Männern, welche sich mit den verschiedenen Zweigen der Physik und der Chemie beschäftigen, hat sich in der Absicht vereinigt, um ihre einzelnen Kräfte durch eine Verbindung zu verstärken, welche auf gegenseitige Achtung, und auf Aehnlichkeit der Neigungen und des Studiums gegründet ist, ohne die Nachtheile einer zu zahlreichen Vereinigung zu haben. Folgendes sind ihre Statuten:

Sie versammelt sich alle 14 Tage zu Arcueil. Ihre Zusammenkünfte sind bestimmt, neue Versuche zu wiederholen, welche dieses durch das Aufsehen, das sie machen, verdienen, oder welche Bestätigung erfordern, oder welche von einem Mitgliede der Gesellschaft vorgeschlagen sind, besonders wenn sie besonderer Apparate bedürfen, oder wenn der, der sie anstellt, Gehülfen, Zeugen oder Rath dabei zu haben wünscht.

Alle Abhandlungen, welche unter den Schriften der Gesellschaft erscheinen sollen, werden einer Discussion unterworfen; der Verfasser behält aber völlige Freiheit der Meinungen, und er hat sie allein zu verantworten.

Jeder übernimmt es, ein oder mehrere Journale und neu erscheinende Werke zu lesen, welche die Wissenschaft betreffen, mit der er sich besonders beschäftigt. Der Bericht über sie wird in der Versammlung abgestattet.

Die Societät ist stolz darauf, den Namen des Hrn. La Place auf der Liste ihrer Mitglieder zu sehen.

Der, von welchem der Plan zu dieser Vereinigung herrührt, findet darin eine süsse Genugthuung, daß er, indem er sich dem Ende seiner Laufbahn nähert, durch diesen Gedanken viel wirksamer zum Fortschritte der Wissenschaften beitrage, denen er sich gewidmet hat, als er es durch die Arbeiten thun könnte, die er noch auszuführen sich versprechen darf.

Die Fortschritte der Physik sind von einem ziemlich großen Interesse; denn ihr Zweck ist, zu den wahren Ursachen der Phänomene hinauf zu steigen, die Kräfte der Natur kennen zu lernen, und sie zur Beförderung der Industrie der Menschen anzuwenden.

Möchte in dieser Hinsicht der Eifer der Gesellschaft zu Arcueil die Billigung des höchsten Oberhauptes unsrer Regierung verdienen!

Möchte der Friede, nach dem seit langer Zeit das Herz des triumphirenden Helden sich sehnt, es seinem Genie erlauben, seinen befruchtenden Einfluß über die Künste und die Wissenschaften zu verbreiten, die seinen Ruhm allein würden gemacht haben, wäre ihm nicht das Schicksal der Welt anvertraut worden!

Die Gesellschaft besteht aus den Herren:

La Place

Biot

C. L. Berthollet

Gay - Lussac

Humboldt
Thenard
Decandolle

Collet-Descostils
A. B. Berthollet.

Arcueil den 9ten Julius 1807.

Der erste Band der Gesellschaftsschriften dieser ausgezeichneten Physiker ist vor einigen Monaten erschienen, unter dem Titel: *Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil*, Tom. I., Paris 1807, 382 S., 8. Er ist so reich an belehrenden Forschungen und an wahren Erweiterungen der Naturkunde, und bei jedem Aufsatze scheint die Idee einer exacten Wissenschaft dem Geiste so lebendig vorgeschwebt zu haben, daß wir für die Physik zu den höchsten Erwartungen von dieser Vereinigung so vorzüglicher Männer berechtigt sind. Es versteht sich, daß ich mich beeifern werde, alle Aufsätze aus diesen Gesellschaftsschriften, welche zur Physik und zur physischen Chemie gehören, in diesen *Annalen der Physik* in einer ihrer würdigen Gestalt erscheinen zu lassen; denn auf das bloße Verdeutschten kömmt es nicht an, sondern darauf, ob der Leser sich angezogen und zum Weiterforschen gereizt fühlt, oder ob ihn die Unbehüllichkeit des deutschen Vortrags verhindert, ein großes Interesse an der Sache zu fassen, worüber ein aufmerkamer Leser Erfahrungen genug gemacht haben wird. Ich mache in dem gegenwärtigen und in dem folgenden Hefte mit den Arbeiten der Herren Biot, Gay - Lussac und von Humboldt den Anfang. Auch das dürfte belehrend seyn, Forschungen und Aufsätze wie diese, neben denen zu finden, welche in diesen Heften ihnen voran gehen.

Gilb.

III.

UNTERSUCHUNGEN

über die Luft in der Schwimmblase der Fische,

von

B I O T,

Mitgliede des National-Instituts.

Frei übersetzt von Gilbert.

Die Versuche, von denen ich hier Bericht erstatte, habe ich auf den Inseln Yyza und Formentera angestellt, während der kurzen Zeit von Musse, welche mir eine wichtigere Arbeit liefs, die mir von der Regierung war aufgetragen worden. *) Vielleicht hätte ich mit ihrer Bekanntmachung noch zurück halten sollen, da ich sie im nächsten Winter

- *) Nämlich die Verlängerung des gemessenen Meridians in Frankreich, bis nach den balearischen Inseln. Diese Inseln mußten mit der spanischen Küste durch ungeheure Dreiecke verbunden werden; und das ist jetzt geschehn. Genau genommen gehören indess Yyza und Formentera nicht zu den balearischen Inseln, (dieser sind nur drei: Majorca, Minorka und Cabrera,) sondern zu der Gruppe kleinerer Inseln, welche man die pithiuischen nennt. Wir zogen die pithiuischen, und insbesondere Formentera vor, weil sie die südlichsten sind.

Biot.

noch zu vervollkommen und weiter auszudehnen hoffe. Sie betreffen indess Thatfachen, welche bis jetzt einzeln stehn, und erst in Verbindung treten werden, wenn man sie wird vervielfältigt haben. Ich wünschte daher auf sie die Aufmerksamkeit von Männern zu ziehen, die fortdauernd die Gelegenheit haben, Beobachtungen dieser Art anzustellen.

Es ist bekannt, daß sich im Körper vieler Fische eine mit Gas gefüllte Blase befindet, welche man die Schwimmblase nennt. Sie dient dem Fische, um im Wasser zu steigen oder hinab zu sinken; denn je nachdem der Fisch diese Luft verdünnt oder verdichtet, vermindert oder vermehrt sich sein specifisches Gewicht. Woher die Luft in der Schwimmblase rührt: ob sie lediglich aus dem Wasser befreit und auf mechanische Weise in die Blase geführt wird, oder ob eigene Gefäße sie im Innern dieses Organs absondern; — ist eine von den Naturhistorikern häufig behandelte Streitfrage. Die Thatfachen, welche ich anführen werde, scheinen der letztern Meinung günstiger zu seyn.

Ich habe die Luft aus der Schwimmblase einer ziemlich großen Zahl von Seefischen im Voltaischen Eudiometer analysirt, und sie von dem verschiedensten Gehalt an Sauerstoffgas gefunden, von fast reinem Stickgas an bis zu 0,87 Sauerstoffgasgehalt. Von Wasserstoffgas fand sich in ihr nie eine wahrnehmbare Menge, und auch von kohlenfaurem Gas kann sie nur höchst wenig enthalten, befindet sich davon überhaupt etwas in ihr. Ich theile hier zuerst meine

Resultate mit, und zwar behalte ich die Namen der Fische bei, aus Furcht, ich möchte mich irren, wenn ich dafür die naturhistorischen Namen setzen wollte:

Fischart.	Sauerstoff- gehalt.	Bemerkungen.
1. <i>Lissa</i> unmerk.		Ein sehr kleiner Fisch, gefangen mit der Angel am Ufer in sehr geringer Tiefe zu Yviza.
2. <i>Mugel</i> unmerk.		Ein kleiner Fisch, gefangen mit dem vorigen.
3. <i>Murena</i> sehr gering		Das Verbrennen erlosch in der Luft der Blase sogleich; meine Abreise verhinderte genauere Versuche. Die <i>Murena</i> lebt in Löchern in geringer Tiefe. Formentera.
4. <i>Esparrai</i> (weibl.) 0,09 (männl.) 0,08		Ein kleiner platter und runder Fisch, den man am Ufer in geringer Tiefe mit der Angel fängt. Formentera.
5. <i>Sargos</i> (weibl.) 0,09 (männl.) 0,20		Gewöhnlich in geringer Tiefe; dieser wurde in 4 Mètres Tiefe gefangen. Beide Resultate sind sehr genau. Formentera.
6. <i>Vacca</i> 0,12		Gefangen in 14 Mètres Tiefe; oft fängt man ihn viel tiefer; ich habe ihn aus 100 M. Tiefe herauf gezogen, und dann bricht er seine Schwimmblase aus. Formentera.
7. <i>Torda</i> 0,16		Gefischt in 4 Mèt. Tiefe. Formentera.

Fischart. Sauerstoff- gehalt.	Bemerkungen.
8. <i>Oblada</i> 0,20	Wird immer nur an der Oberfläche des Meers und nie im Grunde gefangen. Formentera.
9. <i>Gribia</i> 0,24	Ein schöner Fisch, grün in Gold spielend, das Untere des Bauchs etwas gelblich. Gefischt in 14 Mètres Tiefe. Formentera.
10. <i>Escorbaï</i> (weibl.) 0,27 (männl.) 0,25	An demselben Orte gefangen als der vorige. Formentera.
11. <i>Tordo</i> (weibl.) 0,24 (männl.) 0,28	Man begreift unter diesem Namen verschiedene Arten. Diese wurden in geringer Tiefe gefangen; ich habe sie indeß in 100 Mèt. Tiefe gefischt. Sie brachen ihre Schwimmblase nicht aus. Formentera.
12. <i>Dentol</i> (weibl.) 0,40	Lebt gewöhnlich in großen Tiefen, nähert sich aber der Küste, um zu laichen. Dieser wurde durch einen Zufall in 40 Mèt. Tiefe gefangen; es war ein Weibchen mit einer ungeheuren Menge Eier; sie wogen über 200 Grammes. Formentera.
13. <i>Espeton</i> über 0,44	Wird immer nur auf offener See in großen Tiefen gefangen. Ich hatte nur einen einzigen, und konnte nur Einen Versuch anstellen, bei welchem alles Wasserstoffgas verzehrt wurde, weshalb ich nur eine Gränze gefunden habe. Formentera.

Fischart.	Sauerstoff- gehalt.	Bemerkungen.
14. <i>Pagré</i>	0,50	Findet sich immer nur in grossen Tiefen. Dieser wurde in 120 Mèt. Tiefe gefangen. Yviza.
15. <i>Pagel</i>	sehr viel.	Findet sich in ähnlichen Tiefen als der vorige. Das Gas bewirkte ein sehr lebhaftes Verbrennen mit blendendem Lichte; meine Abreise verhinderte genauere Versuche. Formentera.
16. <i>Mero</i>	0,69	Gefangen in grosser Tiefe. An der katalonischen Küste fischt man ihn manchmahl aus 1000 Mèt. Tiefe. Formentera.
17. <i>Rehecho</i>	0,72	Lebt immer in grossen Tiefen. Formentera.
18. <i>Lluss</i> od. <i>Pescada</i> (<i>la Merluche</i>)	0,79	Schellfische von der ansehnlichen Grösse wie dieser, werden nie anders als auf offner See, und wo das Meer sehr tief ist, gefangen. Formentera.
19. <i>Oriola</i>	0,87	Man fängt ihn immer nur in grossen Tiefen. Ich habe den Fisch nicht gesehen, sondern blofs die Schwimmblase, welche mir von Yviza nach Formentera geschickt wurde.

Der grosse Gehalt an Sauerstoffgas der Luft, welche sich in der Schwimmblase der hier zuletzt aufgeführten Fische findet, schien mir merkwürdig zu seyn, und ich habe mir daher alle Mühe gegeben, ihn ausser Streit zu setzen. Das Wasserstoffgas, dessen ich mich bedient habe, ist stets in Was-

fer, das gekocht hatte, mit aller möglichen Vorsicht entwickelt worden, und ich versicherte mich von der Reinheit desselben dadurch, daß ich atmosphärische Luft damit zerlegte. Diese hat überall auf der Erde einerlei Mischung, und ich fand in ihr auf Formentera und auf Yviza jedes Mal 0,21 Sauerstoffgas, gerade so wie in Paris. Daß in der Luft der Schwimmblasen kein Wasserstoffgas enthalten war, davon war der Beweis, daß, wenn ich weniger Wasserstoffgas zu ihr hinzu setzte, als erfordert wurde, alles in ihr nach meinen Versuchen enthaltene Sauerstoffgas zu verschlucken, und nun den electrischen Funken hindurch schlagen ließ, die Absorption stets genau der Menge des zugesetzten Wasserstoffgas entsprach. Ich hatte an einem so wilden Orte nicht die nöthigen Mittel, um den Antheil der Luft an kohlenfaurem Gas genau zu messen, denn dazu wird ein Quecksilber-Apparat erfordert; ich habe mich aber wenigstens überzeugt, daß die Menge desselben sehr geringe ist. Zu dem Ende ließ ich mehrere Mal zu der Luft der Schwimmblase das nöthige Wasserstoffgas in verschiedenen Portionen hinzu, und brachte darin wiederholte Detonationen hervor. Wenn die Luft der Schwimmblase eine bedeutende Menge kohlenfaures Gas enthalten hätte, so würde auf diese Art eine beträchtlichere Absorption erfolgt seyn, als auf das Verbrennen des Wasserstoffgas allein kam, weil kohlenfaures Gas von Wasser, womit man es schüttelt, absorbirt wird; das bemerkte ich aber

bei keinem dieser Versuche. Uebrigens werde ich mich jetzt auf diese Beobachtung einrichten, um sie mit aller Genauigkeit anstellen zu können. Ich hatte bei meiner Abreise keinen Gedanken an Versuche dieser Art, und ich habe sie nur unternommen, weil die Gelegenheit sie mir darbot.

Hier das Detail einiger meiner Analysen.

1. Mit Luft aus der Schwimmblase eines in 120^m Tiefe gefangenen Fisches, der auf spanisch Pagrée genannt wird.

	Verf. 1.	Verf. 2.	Verf. 3.
Luft aus der Schwimmblase	70	619	99,5 Theile
Zugesetztes Wasserstoffgas	81	635	76
Ganzes Volumen	151	1254	175,5
Rückstand nach d. Detouiren	46	324	63,2
Also Absorption	105	930	112,3
Also Sauerstoffgas *)	35	310	37,5
und absorbirt, Wasserstoffgas	75	620	75

Der Gehalt der Luft aus der Schwimmblase an Sauerstoffgas betrug also nach den ersten Versuchen $\frac{3}{7} = 0,50$ und nach dem zweiten $\frac{310}{620} = 0,50$; welches genau überein stimmt. In beiden Versuchen wurde nicht alles zugesetzte Wasserstoffgas absorbirt, konnte also kein Sauerstoffgas mehr im Rückstande seyn. — Im dritten Versuche mußten folglich die 99,5 Theile Luft aus der Schwimmblase

*) Nach den Versuchen der Herren von Humboldt und Gay-Lussac vereinigen sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas von gleicher Dichtigkeit und gleicher Wärme unter allen Umständen dem Volumen nach in dem Verhältnisse von 1:2. (Annalen, XX, 38 f.)
Gilb.

49,7 Theile Sauerstoffgas enthalten, und bedurften daher wenigstens 99,5 Theile Wasserstoffgas, wenn alles Sauerstoffgas in ihnen beim Detoniren verzehrt werden sollte. Nun hatte ich aber nur 76 Theile Wasserstoffgas zugesetzt. Es mußte sich daher jetzt zeigen, ob jene Luft schon Wasserstoffgas in wahrnehmbarer Menge in sich enthielt oder nicht. Beim Detoniren verschwanden 37,5 Theile Sauerstoffgas; also gerade so viel als auf das zugesetzte Wasserstoffgaskömmt, und nicht mehr. Die Luft der Schwimmblase enthielt also kein Wasserstoffgas. Der 1 Theil Unterschied ist Fehler des Versuchs; denn 1 Theil des Eudiometers war kein Millimètre hoch, und schon die Verschiedenheit in der Krümmung der Oberfläche des Wassers, je nachdem die Röhre mehr oder minder feucht ist, oder einige Wassertropfen, welche an den obern Theilen der Röhre adhäriren, sind hinreichend, einen solchen Unterschied bei Versuchen zu veranlassen, bei denen man wiederholt Luft übersteigen läßt.

2. Mit Luft aus der Schwimmblase eines in großer Tiefe gefangenen Schellfisches (*merluche*), spanisch Pescada genannt.

	erstes	zweites	Mahl	Verf. 2.
Luft aus der Schwimmblase	81			54 Theile
Zugesetztes Wasserstoffgas	95	38		111,5
Ganzes Volumen	176	214		165,5
Rückstand nach d. Detonation	35	21		36,6
Also Absorption	141	193		129
Also Sauerstoffgas	47	64,3		43
und absorbirtes Wasserstoffgas	94	128,6		86

Da beim ersten Detoniren alles zugesetzte Wasserstoffgas verschwand, und doch nicht mehr als halb so viel Sauerstoffgas absorbirt wurde; so konnte auch diese Luft keine wahrnehmbare Menge Wasserstoffgas enthalten. Beim zweiten Detoniren, so wie im zweiten Versuche, wurde nicht alles zugesetzte Wasserstoffgas verschluckt; es blieb also kein Sauerstoffgas im Rückstande. Der ganze Gehalt der Luft an Sauerstoffgas betrug folglich nach dem ersten Versuche $\frac{64,5}{81} = 0,794$, nach dem zweiten $\frac{43}{54} = 0,796$; woraus das Mittel ist 0,795.

3. Mit Luft aus der Schwimmblase eines Fisches, der Oriola genannt wird.

	Verf. 1.	Verf. 2.	Verf. 3.
Luft aus der Schwimmblase	93	34,5	247 Th.
Zugesetztes Wasserstoffgas	80	70	580
Ganzes Volumen	173	104,5	827
Rückstand nach d. Detoniren		15	184
Also Absorption		89,5	643
Also Sauerstoffgas		29,83	214,3
und absorbirt. Wasserstoffgas		59,7	428,7

Beim ersten Versuche zersprang das Eudiometer in der sehr starken Detonation. In den beiden andern Versuchen war alles Sauerstoffgas absorbirt worden, und es betrug der Sauerstoffgehalt der Luft $\frac{29,83}{34,5} = 0,865$ und $\frac{214,3}{247} = 0,868$, im Mittel also 0,867.

Sieht man die vorstehende Tabelle mit einiger Aufmerksamkeit durch, so findet sich noch Eine

Merkwürdigkeit. Die in geringen Tiefen gefangenen Fische enthalten in der Luft ihrer Schwimmblase nur wenig Sauerstoffgas und viel Stickgas; alle dagegen, welche aus einer bedeutenden Tiefe gekommen sind, viel Sauerstoffgas und weniger Stickgas. Dieses wird selbst durch die Fische der süßen Gewässer bestätigt, welche nur in sehr unbedeutender Tiefe leben. Denn in Paris habe ich gefunden in der Luft aus der Schwimmblase

eines in der Seine gefangenen Karpfens	0,03 Sauerstoffgas
und eines Schleies (<i>tanche</i>)	0,16

Den letzten Versuch habe ich zwar nur Ein Mahl gemacht, doch halte Ich ihn für genau. In keinem andern Fische süßer Wasser hat man in der Luft der Schwimmblase so viel Sauerstoff gefunden, als ich in diesem Schleie; der Versuch verdiente daher wiederholt zu werden. Die Herren Geoffroy und Vauquelin fanden bei ähnlichen Versuchen in der Luft aus der Schwimmblase

der Hechte	0,05 Sauerstoffgas
der Schmerlen (<i>loches</i>)	0,06
der Bärse (<i>perches fluviatiles</i>)	0,05

und nur eine sehr geringe Menge kohlenfaures Gas, von dessen Gegenwart sie sich vermittelst eines Queckfilberapparats überzeugt haben. Schon vor langer Zeit hatte Herr Fourcroy bekannt gemacht, daß die Luft in der Schwimmblase der Karpfen außerordentlich reich an Stickgas sey, und Hr. von Humboldt hat in der Schwimmblase des *Gymnotus electricus*, der an der Oberfläche einer

flachen See gefangen worden war, nur einige Hundertel Sauerstoffgas gefunden. *)

Ich weiß keine Ursache für diese Sonderbarkeit zu finden. Auch weiß ich nicht, ob sie sich in der Folge durch ferner anzustellende Versuche bestätigen wird; vielleicht könnte sie ein bloßer Zufall seyn; doch hat sie sich mir bis-jetzt mit so vieler Beständig-

*) Ich setze hierher die ganze Stelle, wo Herr Freiherr von Humboldt in seinen meisterhaften *Beobachtungen über den electrischen Gymnotus des neuen Welttheils* von der Luft in dessen Schwimmblase spricht: „Es war seit einiger Zeit behauptet worden, die Blase der Fische, weit entfernt, stets voll reines Stickgas zu seyn, wie es Fourcroy in ihr entdeckt hat, enthalte vielmehr in einigen Arten von Fischen Wasserstoffgas, selbst eine große Menge Sauerstoffgas. Der Prof. Configliati, ein Schüler Volta's und sein Nachfolger in der Professur der Physik zu Pavia, hat in den Schwimmblasen mehrerer Seefische nahe bei dem Golfo de la Spezia, bis auf 0,40 Sauerstoffgas mit Hülfe des Phosphors gefunden, wobei nur ein Irrthum von 0,01 bis 0,02 möglich ist. Ich untersuchte im März 1800 14½ Kubikzoll Luft aus der Schwimmblase eines *Gymnotus electricus*; sie enthielt kein kohlenfaures Gas, war nicht entzündlich, und enthielt höchstens 0,04 Sauerstoffgas, nach einer sorgfältigen Prüfung mit Salpetergas. Bis jetzt ist der Rückstand noch nie mit hinlänglicher Sorgfalt auf Wasserstoffgas geprüft worden. Das Ganze ist ein für die chemische Physiologie der Fische wichtiger Gegenstand.“

Gilb.

ständigkeit gezeigt, daß sie selbst den Matrosen nicht entging, welche mir bei diesen Versuchen halfen. Wenn uns ein neuer Fisch gebracht wurde, oder wenn wir selbst einen fingen, so bestimmten sie sogleich, ob er in großer oder in geringer Tiefe lebe, und sagten danach voraus, ob die Detonation stark oder schwach werden würde. Sie sagten mir dieses insbesondere auch von dem Fische voraus, den ich unter dem Namen: Oriola, aufgeführt habe, ohne ihn selbst zu sehen. Man hatte mir von Yviza nach Formentera zwei Schwimmblasen von diesen Fischen geschickt; sie waren sehr klein, und konnten, hiernach zu urtheilen, keinen Fischen von einer bedeutenden Größe angehören. Auch erhielt ich sie erst zwei Tage nach dem Tode des Thiers, und es könnte daher scheinen, ein Theil des Sauerstoffgas in der Schwimmblase sey schon absorbiert worden. Und doch zersprengte die Luft aus diesen Schwimmblasen beim Detoniren mein Eudiometer, und zeigte mir einen Sauerstoffgehalt von 0,87.

Diese Verbindung, worin die Tiefe, aus der der Fisch kömmt, mit der Beschaffenheit der Luft in der Schwimmblase steht, muß uns noch sonderbarer, ja selbst wenig wahrscheinlich scheinen, wenn wir sie nach der gewöhnlichen Meinung vom Nutzen der Schwimmblase beurtheilen, daß diese Blase nämlich dem Fische dazu diene, sich nach Willkühr an die Oberfläche zu erheben, oder sich in die Tiefe hinab zu senken. Die Tiefe, in welcher man

einen Fisch finge, wäre alsdann etwas bloß Zufälliges, und es wäre kein festes Verhältniß zwischen ihr und zwischen dem gewöhnlichen Zustande seiner Constitution denkbar.

Dieser Einwurf läßt sich indess mit der beständigen Erfahrung aller Fischer beantworten, daß jede Art von Fischen in derselben Jahrszeit sich immer in einerlei Gegend und in einer ihr eignen und bestimmten Tiefe aufhält. Eine Art fängt man immer nur am Ufer, in 2 oder 3 Klaftern Tiefe; eine andere immer nur fern von der Küste, in einer Tiefe von 200 oder 300 Klaftern. Dieses schon muß es minder auffallend machen, daß sich zwischen der Constitution der Fische und der Tiefe, in welcher sie leben, ein gewisser Zusammenhang findet, ohne daß man deshalb die Ursache kennt, die sie dort zurück hält.

Was noch mehr ist! Die gewöhnliche Vorstellung von einem unbeschränkten Vermögen, vermittelt der Schwimmblase im Wasser in die Höhe oder hinab zu steigen, würde für die meisten Arten von Fischen unrichtig seyn. Plötzliche Veränderungen in der Tiefe scheinen jedem Fische nur innerhalb gewisser Gränzen verstattet zu seyn, die er nicht anders als mit der Zeit, indem die Natur seine Constitution allmählig verändert, zu überschreiten vermag.

Die erste Beobachtung, welche mich hierauf führte, habe ich zufällig gemacht, als ich mich bei der Messung des Meridians auf der Station zu Camp-

vey aufhielt. Es wurde von Yviza aus dorthin ein ziemlich großer Fisch geschickt, den die Spanier Mero nennen. Mit Verwunderung sah ich, daß ihm das Maul weit aufstand, und daß es ganz mit einem runden elastischen Körper gefüllt war. Mein Erstaunen wuchs noch mehr, als ich in diesem Körper die Schwimmblase erkannte, welche mehrere Tage nach dem Tode des Fisches von der Luft, die sie enthielt, noch eben so stark aufgeblasen war. Ich kann nicht sagen, ob die Membrane der Blase nackt, oder noch mit der Membrane des Magens bedeckt war; ich achtete damahls auf diesen Umstand nicht, und hielt die ganze Sache für einen bloßen Zufall, oder für etwas diesem Fische eigenes. Als ich aber einige Tage darauf selbst auf den Fischfang an dem steilen nördlichen Felsenufer der Insel fuhr, wo das Meer über 100 Mètres tief ist, bemerkte ich, daß die meisten Fische, welche wir aus der Tiefe herauf zogen, besonders die mit einem breiten Maule, ebenfalls ihre Schwimmblasen ausbrachen, und es fand sich in ihrem Rachen oder vielmehr in ihrem Schlunde ein Theil ihrer Eingeweide. Dieses war besonders merklich bei der kleinen Art, welche man hier Vacca nennt; und doch wußte ich aus Erfahrung, daß Fische dieser Art zuweilen in sehr geringen Tiefen ganz dicht am Ufer gefangen werden, und daß sie dann ihre Schwimmblase nicht ausbrechen. Da diese Erscheinung, wie ich hieraus sah, nicht Einer Art von Fischen ausschließlicly angehörte, so ließ sie sich auch

nicht für etwas dem Analoges halten, was in einigen Thieren vorgeht, die bei der geringsten Gemüthsbewegung ihre Eingeweide ausbrechen. Endlich versicherten mir alle meine Matrosen, daß diese Erscheinung bei den Fischen, die in grossen Tiefen gefangen werden, sehr häufig sey. Alles das schien mir darauf zu deuten, daß die Ursache in der plötzlichen Verdünnung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft zu suchen ist, welcher der Fisch weder die Zeit hat zu entsprechen, noch die Kraft zu widerstehen.

Bekanntlich ist der Druck einer Säule von Meerwasser von 10 Mètres Höhe, so stark als der Druck der Atmosphäre. In einer zehnfach grössern Tiefe ist dieser Druck zehn Mal grösser; und rechnet man dazu den Druck der Atmosphäre selbst, so sieht man, daß der Körper dieser kleinen Fische in einer Tiefe von 100 Mètres einen 11 Mal so grossen Druck als den der Atmosphäre auszubalten hatte. War folglich die Luft in der Schwimmblase demselben Drucke unterworfen, so mußte sie sich, als der Fisch an die Oberfläche des Wassers herauf gezogen wurde, um das 11fache ausdehnen. Wie es scheint, konnte weder der Fisch die Luft schnell genug aus der Schwimmblase heraus lassen, noch hatte er hinreichende Kraft, dieser Ausdehnung sich zu widersetzen: auch war die Probe weit härter, als wenn man ihn schnell von der Oberfläche des Wassers in den luftleeren Raum versetzt hätte. Die Blase zerriss daher ihre Ligamente, und im

Anschwellen dehnte sie sich bis an das Maul aus, wo sie einen ihrem erlangten Volumen mehr entsprechenden Raum fand. Diese Wirkung wurde vielleicht durch die senkrechte Lage begünstigt, in der der Fisch erhalten wird, indem man ihn an der Angel aus der Tiefe des Meeres herauf zieht. Denn man fischt in so grossen Tiefen nie anders als mit der Angel. Das Seil, an der die Angel hängt, wird durch ein Stück Blei, das am untern Ende befestigt ist, bis an den Boden des Meeres herab gezogen, nach Art der Sonde; wenn es aufhört schwer zu seyn, so ist das eine Anzeige, daß der Grund erreicht ist, und man schließt aus der Länge des abgewundenen Seils auf die Tiefe.

Diese Erklärung setzt keinesweges voraus, daß die Schwimmblase in der Tiefe schon ganz voll Luft gewesen sey; sie konnte dort nur halb so viel Luft enthalten, als nöthig war, sie ganz anzuschwellen, und doch besteht die Erklärung. Aber wesentlich setzt sie voraus, daß der Druck, den der Fisch von aussen her litt, auch in seinem Innern! Statt fand, und daß er also nicht etwa die Schwimmblase durch seinen Körper gegen den äussern Druck schützen konnte; und ersteres ist in der That allein denkbar. Der Fisch vermag jenen ungeheuern Druck nur dadurch zu ertragen, daß dieser von aussen und von innen ganz gleich, und daher alles im Zustande des Gleichgewichts ist; gerade so wie das mit uns in Hinsicht der Atmosphäre der Fall ist. Denn daß es mit Schwimmblasen versehene Fische giebt,

Welche in sehr großen Tiefen leben, ohne je an die Oberfläche des Meeres herauf zu kommen, daran ist nach der täglichen Erfahrung der Fischer schwerlich zu zweifeln. Auf jeden Fall gebe ich meine Erklärung selbst für nichts mehr, als für eine Vermuthung, denn ich weiß sehr wohl, daß bei dem Studium der Naturerscheinungen die plausibelsten Inductionen häufig trügen, wenn sie nicht aus der Berechnung abgeleitet, oder unmittelbar durch die Thatfachen bewährt sind.

Die Erscheinung, welche ich beschrieben habe, findet nicht in allen Arten von Fischen Statt, die man aus einer großen Tiefe herauf zieht, sondern in einigen ist die Organisation dem zuwider; es sey nun, daß die Schwimmblase in ihnen so im Körper befestigt ist, daß sie nicht, ohne zu zerreißen, aus dem Innern hervor treten kann, oder daß ihr Schlund zu enge ist, um die Blase hindurch zu lassen; oder daß in ihnen der die Luft ausscheidende Kanal der Schwimmblase weit genug ist, um augenblicklich die Luft hinaus zu lassen, welche ohnedies die Blase widernatürlich anschwellen würde.

Ich habe die anatomischen Umstände, welche dieses Herausbrechen der Schwimmblase begleiten, nicht untersucht; *) nur so viel habe ich bemerkt,

*) Einige sehr berühmte Naturhistoriker haben diese Thatfache so unglaublich gefunden, daß sie meinen, ich möchte mich geirrt, und irgend ein anderes Organ für die Schwimmblase genommen haben; z. B. die Membrane des Magens, die plötz-

dafs, wenn man das Thier öffnet, um die Schwimmblase heraus zu nehmen, man immer in dem Schlunde einen Theil der Eingeweide findet. Davon aber habe ich mich, wie gesagt, sehr gewifs überzeugt, dafs dieselben Fische, welche ihre Schwimmblase ausbrechen, wenn man sie aus einer grossen Tiefe herauf zieht, dieses nicht thun, wenn sie an einem seichten Orte gefangen werden.

Der Fisch, welchen ich unter dem Namen: *Mero*, aufgeführt habe, wird an der katalonischen Küste häufig in einer Tiefe von 1000 Mètres gefangen, wo er unter einem 100fachen Drucke der Atmosphäre lebt. Er ist dann in der Regel ziemlich gross und stark, und zerreist mitunter die Leine, an welcher der Angelhaken befestigt ist. Deshalb ist er jedoch nicht verloren, hatte man ihn nur schon 50 Klaftern hoch herauf gezogen: denn dann mufs er, weil die Schwimmblase sich ausgedehnt hat, zur Oberfläche hinauf, wobei die Blase sich unaufhaltsam immer weiter ausdehnt; und da er die Oberfläche des Wassers nicht wieder verlassen kann, so ist er nun leicht zu fangen. Fischer haben mich

lich vielleicht so stark angeschwollen sey, um ihr zu gleichen. Ich habe indess diese Sache so oft gesehen, dafs mir eine solche Täuschung unmöglich scheint; die Wahrheitsliebe fordert jedoch, dafs ich jene Bemerkung hier anführte; und sie stehe hier, bis ich dieselbe Erscheinung mit unterrichteten Augen werde wieder gesehen haben.

Biot.

versichert, daß man zu Tetuan an der afrikanischen Küste diesen Fisch in sehr geringer Tiefe findet, und daß er dann seine Schwimmblase nicht herausbricht, und keine der eben beschriebenen Erscheinungen zeigt.

Es wird sehr interessant seyn, das Gas in der Schwimmblase von Fischen derselben Art, wenn sie aus so verschiedenen Tiefen herrühren, zu untersuchen, und dieses hoffe ich in dem nächsten Winter zu thun. Herr de Marty, der an der Küste Kataloniens in Tarragona wohnt, hat mir versprochen, sich ebenfalls mit Versuchen dieser Art zu beschäftigen. Hier eine Stelle aus einem Briefe dieses vor trefflichen Chemikers. „Am Tage Ihrer Abreise „von Barcellona brachte man mir eine *Lluerna* (*tri- „gla lucerna*), 14 Unzen schwer; die Luft ihrer „Schwimmblase bestand zu 0,80 aus Sauerstoffgas. „Ein anderer Fisch derselben Art, der nur 4 Unzen „wog, hatte in der Schwimmblase Luft von 0,15 „Sauerstoffgehalt. Wenn ich werde nach Tarragona „zurück gekehrt seyn, hoffe ich über diesen Gegen- „stand die Versuche anzustellen, welche Sie wün- „schen, und es wird sich dann zeigen, ob die Ver- „schiedenheit in der Reinheit der Luft, welche in der „Schwimmblase in verschiedenen und in denselben „Arten von Fischen enthalten ist, von ihrem Alter, „von der größern oder geringern Tiefe, in der sie „sich aufhalten, oder von was für Umständen sonst „abhängt.“ Auch Hr. Theodore de Sauffüre hat mich hoffen lassen, daß er ähnliche Versuche mit

Fi.

Fischen anstellen werde, die man an sehr tiefen Stellen des Genfer Sees fängt, und ich sehe mit der größten Erwartung den Resultaten der Versuche eines so geschickten Beobachters entgegen.

Die Natur scheint zu gewissen Zeiten Fische, welche in der Tiefe leben, zu bestimmen, sich den Kasten und der Oberfläche des Meeres zu nähern, und sich dann wieder von ihnen zu entfernen. Indem so der Fisch die Tiefe, in der er sich aufhält, verändert, muß auch das Volumen der Luft sich verändern, welche in der Schwimmblase enthalten ist. Sollte sich nicht zugleich auch die Natur dieser Luft ändern, und sollte sie in demselben Fische immer dieselbe bleiben, auch wenn er älter wird? Man weiß ferner, daß gewisse Fische aus ihrer Schwimmblase einen Theil der Luft nach Willkühr austreiben können, vermöge eines ausscheidenden Kanals, der in einigen Arten sehr groß ist. Ist dieser Kanal in allen Arten vorhanden, und erlaubt er nur vielleicht in einigen nicht, daß die Luft durch ihn auf mechanische Art überhaupt, oder wenigstens plötzlich entweiche, wohin die Thatfachen zu weisen scheinen, welche ich mitgetheilt habe? Alle diese Fragen werden sich mit mehr Sicherheit durch Beobachtungen über die Organe selbst beantworten lassen.

Die Naturforscher sind darin einig, daß die Fische athmen, indem sie die Luft verschlucken, welche in dem Wasser, in dem sie leben, enthalten ist; denn man weiß, daß sie in Wasser, welches dieser

Luft beraubt ist, sterben. Dafs man noch in Tiefen von 1000 Metres Fische mit Schwimmblasen findet, ist folglich ein Beweis, dafs das Wasser in diesen Tiefen noch die zum Athmen dieser Fische nöthige Luft enthält. Denn da sie das Luftvolumen, welches sich in ihrer Schwimmblase befindet, nicht in ihrem Innern zurück zu behalten vermögen, wenn man sie schnell an die Oberfläche des Wassers hinauf zieht, so ist es unmöglich, dafs sie mit diesem Luftvolumen in die Tiefe hätten hinab steigen können. Nothwendig haben sie die Luft allmählig abforbiren müssen, so wie sie tiefer hinab steigen, und so wie der zunehmende Druck die Luft in ihrer Blase in einen immer geringern Raum zusammen presste. Dieses könnte uns veranlassen, zu glauben, die in grossen Tiefen in dem Meerwasser enthaltene Luft sey sehr viel reiner als die an der Oberfläche, da die Luft in den Schwimmblasen der Fische, welche grosse Tiefen bewohnen, so sehr viel reiner ist; allein dieser letzte Schluss würde ungegründet seyn. Denn es enthält zwar das aus einer Tiefe von 300 Metres herauf gezogene Meerwasser allerdings noch Luft, aber sie ist keinesweges reiner als die Luft des Meerwassers an der Oberfläche. Ich habe in ihr nur 0,28 Sauerstoffgas gefunden; das übrige ist Stickgas, vielleicht mit etwas kohlensaurem Gas vermischt, welches mir nicht möglich gewesen ist auszumachen. Es kann hierbei ein Irrthum von 0,02 bis 0,03 Statt finden, da ich den Versuch nur mit einer sehr kleinen Menge von Wasser anstellen

konnte; doch geht die Ungewißheit nicht über diese Gränzen.

Um Meerwasser aus so großen Tiefen zu schöpfen, ohne es mit der Luft oder mit Wasser aus den obern Schichten zu vermengen, habe ich mich folgenden Mittels bedient. Ich ließ ein konisches Gefäß aus Kupfer mit einem Deckel verfertigen, der sich vermittelst einer Feder, die beständig auf ihn drückt, von selbst schloß. Ein solider Kegel von Bronze füllte das Innere dieses Gefäßes genau aus, und ragte noch aus der Oeffnung hervor, so daß er den Deckel geöffnet hielt. An zwei gegen über stehenden Seiten des Gefäßes waren zwei senkrechte Kupferbleche angebracht, und an sie befestigte man zwei Seile, die sich in einiger Entfernung in eins vereinigten, so daß das herab hängende Instrument nicht von selbst umschlagen konnte. Wollte ich damit den Versuch machen, so ließ ich es in das Meer bis zu der bestimmten Tiefe hinab, und zog dann einen kleinen lose hängenden Bindfaden an, der an dem untern Theile desselben befestigt war. Er brachte das Instrument zum Umschlagen; der Konus von Bronze, der nun keinen Halt mehr hatte, gleitete allmählig durch sein Gewicht getrieben heraus, an die Stelle desselben drang Meerwasser ein, und wenn der Konus ganz hinaus war, so schloß die Feder den Deckel. Man zog alsdann den Apparat herauf, wobei das Wasser im Innern desselben außer aller Verbindung, so wohl mit der Luft, als mit den obern Wasserschieden gesetzt

war. Der Konus aus Bronze ging nicht verloren, er blieb vermöge eines Fadens an dem untern Theile des Apparats hängen.

Mit diesem Instrumente lassen sich vielerlei Versuche anstellen: über die Menge und die Art der Luft, welche das Meerwasser in grossen Tiefen und nahe an der Oberfläche enthält; über den Salzgehalt der verschiedenen Wasserschichten; u. d. m.; Versuche, die vielleicht einiges Licht über die Phänomene verbreiten werden, welche an dem Boden dieser Abgründe vor sich gehn, und über die Natur und Organisation der Thiere und der Pflanzen, welche dort vorhanden seyn mögen. Es ist mein Voratz, mich bei meiner nächsten Reise mit Versuchen dieser Art zu beschäftigen; ich wünschte indess, daß sie auch andere Beobachter, welche unterrichteter sind und mehr Musse haben als ich, interessant genug dünken möchten, um sich mit ihnen zu beschäftigen.

Es scheint mir, daß sich aus den Resultaten, welche ich bis jetzt erhalten habe, schon einige fruchtbare Folgerungen ziehen lassen. Da die Fische, und vorzüglich die, welche in einer grossen Tiefe leben, die Luft in ihrer Schwimmblase nothwendig aus dem Wasser ziehen müssen, in welchem sie leben, in gewissen Arten aber diese Luft ausserordentlich viel reicher an Sauerstoffgas ist, als die Luft, welche man aus dem Wasser in jeder Tiefe erhält; so ist es sehr wahrscheinlich, daß die Luft in den Schwimmblasen der Fische aus dem Wasser

nicht bloß ausgedrückt, und mechanisch in sie hinein geleitet, sondern in dem Innern derselben durch eigene Gefäße gesondert und abgeschieden wird; wie das Cuvier behauptet hat, von dem diese Gefäße in einigen Fischarten beobachtet und beschrieben worden sind. Denn in diesem Falle fällt die Einwendung fort, daß das andere Gas im Innern des Fisches durch einen Act der Respiration verschluckt seyn könne, wie das bei den Fischen der Fall ist, die in geringen Tiefen gefangen werden, und deren Schwimmblasen fast reines Stickgas enthalten. An sich schon ist es, wie es mich dünkt, eine sehr merkwürdige Erscheinung, daß sich eine Luft, die so außerordentlich reich an Sauerstoffgas ist, in einem Organe vorfindet, dessen Membranen mit unendlich vielen Blutgefäßen bekleidet sind, von denen man glauben sollte, daß sie den Sauerstoff verschlucken müßten. *)

*) Herr Erman in Berlin verzeihe es mir, wenn ich dem Reize nicht widerstehen kann, aus einem seiner lehrreichen Briefe, die nicht zur Bekanntmachung bestimmt sind, eine Stelle hierher zu setzen: „Nächstens erhalten Sie für die Annalen einen Beitrag zu Biot's Beobachtungen über die Luft in der Schwimmblase der Fische. Die Hoffnung, oder wenigstens der Wunsch, bei irgend einem unsrer Fische electricische Phänomene, sey es auch nur am Froschpräparate, wahrzunehmen, führte mich allmählig zu diesem Gegenstande, den ich seit mehreren Monaten mit möglichem Fleiße

IV.

Eine Note.

Herr Gay-Lussac hat in der Gesellschaft von Arcueil am 12ten Junius 1807 eine Notiz vorgelesen, in welcher er ankündigt, daß er beim Vergleichen des spec. Gewichts der Körper mit ihrer Sättigungs-Capacität folgendes Gesetz wahrgenommen hat: *Je größer das specifische Gewicht eines Körpers ist, desto kleiner ist die Sättigungs-Capacität desselben.* Auch hat er bemerkt, daß bei der Verbindung der Säuren mit den Alkalien, ihre Capacitäten unabhängig sind von ihrem Gehalt an Sauerstoff. Zum Beweise dieser beiden Gesetze führte er eine Menge von Thatfachen an, die er von Verbindungen verschiedener Art entlehnt hat. Bevor er jedoch beide als unbestreitbare Wahrheiten aufstellt, will er sie noch durch neue Versuche prüfen.

bearbeitet habe. — Ich will damit noch fortfahren, in der Hoffnung, der Aufenthalt der Fische unter der Eisdocke werde vielleicht etwas interessantes liefern. Aus einigen hundert Analysen ergeht bis jetzt — — — Bei diesen Arbeiten habe ich mich gelegentlich sehr mit der Naturgeschichte der Fische beschäftigt, und endlich es gewagt, die Bloch'sche Sammlung, die ganz durch einander geworfen war, nach Dumeril's vortrefflicher *Zoologie analytique* zu ordnen. — — “

Gilb.

V.

Eine Berichtigung, die Haarröhrchen betreffend.

VON

L. A. VON ARNIM.

Herr Hällström, (*Annalen der Physik*, B. 14, S. 425,) machte mich durch seine Gegenversuche auf die von mir, (*Annalen*, B. 4, S. 376,) angestellten Versuche mit Haarröhrchen wieder aufmerksam, deren Theorie durch La Place's Arbeit eben einen bedeutenden Fortschritt gewonnen hat. Ich hatte das Vergnügen, in Gesellschaft des Herrn Prof. Gilbert eine Reihe von genauen Versuchen mit einem Haarröhrchen zu machen, die in ihren Resultaten mit den Hällström'schen völlig übereinstimmten, so daß ich es überflüssig finde, die einzelnen Zahlenreihen abzuschreiben; ich glaube jetzt daran, daß die grössere Länge keinen Einfluss hat auf den Stand der Flüssigkeit im Haarröhrchen; überhaupt was in der Berührung allein möglich, wirkt nicht in der Entfernung. Ob mein Irrthum, wie Herr Hällström meint, durch Auslaugen der Röhre zwischen den Versuchen, entstanden, möchte ich läugnen, wenn nicht für mich eine fast unendliche Entfernung zwischen jener Zeit und mir läge. Da ich es nicht auf die Zeit schieben kann, die sich auch für die Haarröhrchen mochte geändert haben, so mögen vielleicht manche Röhren

durch das Abbrechen in ihrer Form und Weite geändert werden? — Ich danke Herrn Hällström für die wissenschaftliche Aufmerksamkeit, die er meinen Versuchen geschenkt hat; eine Aufmunterung, die mir in Deutschland nicht geworden: mit Bequemlichkeit wollte ich ein Paar Dutzend Akademicien mit den Vermuthungen, Andeutungen der verschiedenen Mitarbeiter an den Annalen viele Jahre beschäftigen, wenn es die Akademicien überhaupt nicht bequemer fänden, unbeschäftigt zu seyn. Europa ist jetzt so verbunden, daß darin wie in einem einzigen Laboratorium gearbeitet werden mußte mit sichern Fortschritten; was ich aber bisher bemerkte, bestätigte mir die eine traurige Erfahrung; es giebt fast keinen einzigen großen acht brauchbaren physikalischen Apparat, der gebraucht würde; die Jugend zerarbeitet indessen ihre beste Luft und Kraft in völlig unzulänglichen Mitteln, schlechten Instrumenten, Zeitmangel, u. s. w., und wir können immer zufrieden seyn mit dem, was also geleistet worden.

VI.

Noch eine Berichtigung.

Seite 283, der *Mémoires de la Société d'Arcueil* wird von Herrn Berthollet das allgemein geschätzte physikalische Wörterbuch Herrn Gehen beigelegt. Nicht für Deutsche, nur für Ausländer die Bemerkung, daß Gehler, der leider nicht mehr lebt, und Gehlen zwei ganz verschiedene Männer sind.
